

JAERI-M

7497

連続重合反応装置によるテトラフルオルエチ
レン-プロピレン放射線乳化共重合反応・III
(装置の設計と製作)

1978年2月

渡辺博正・岡本次郎

この報告書は、日本原子力研究所が JAERI-M レポートとして、不定期に刊行している研究報告書です。入手、複製などのお問い合わせは、日本原子力研究所技術情報部（茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしください。

JAERI-M reports, issued irregularly, describe the results of research works carried out in JAERI. Inquiries about the availability of reports and their reproduction should be addressed to Division of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, Japan.

JAERI-M 7497

連続重合反応装置によるテトラフルオルエチレン-プロピレン放射線乳化共重合反応・Ⅲ
(装置の設計と製作)

日本原子力研究所高崎研究所開発試験場

渡 辺 博 正・岡 本 次 郎

(1978年1月23日受理)

テトラフルオルエチレン-プロピレン放射線乳化共重合の研究の最終段階として、最適プロセスの確立と製造コストの試算のため化学工学的研究を行なうことが必要である。このため概念設計の基本的な考え方をもとにし連続重合反応装置の設計、製作を行なった。

この報告では、この装置の設計、製作および特徴について述べた。

JAERI-M 7497

Radiation-Induced Emulsion Copolymerization of
Tetrafluoroethylene with Propylene in Flow System 111

Apparatus Design and Construction

Hiromasa WATANABE and Jiro OKAMOTO

Pilot Scale Research Station,
Takasaki Radiation Chemistry Research Establishment,
JAERI

(received January 23, 1978)

In the final stage of study on the radiation-induced emulsion copolymerization of tetrafluoroethylene with propylene, there is engineering study seeking the optimal process and assessing copolymer production cost. For this purpose, the flow apparatus was designed and constructed according to the fundamental idea in conceptual design.

In this report, design, construction and features of the apparatus are described.

Keywords: Tetrafluoroethylene, Propylene, Emulsion Copolymerization, Flow System, Construction, Conceptual Design

目 次

1. はじめに	1
2. 装置の具体的設計	2
2.1 装置の構成	2
2.2 各ユニットの構成	2
3. 装置仕様書	3
3.1 一般仕様	3
3.2 参考図面	5
3.3 機器仕様書	20
3.4 計装仕様書	24
3.5 配管材料・弁類仕様書	29
3.6 オペレーションパネル仕様書	30
3.7 計装・電源パネル仕様書	30
3.8 工事仕様書	31
3.9 検査仕様書	33
3.10 提出書類	33
4. 装置完成に至る経緯	35
4.1 発注先の検討	35
4.2 装置仕様等の再検討	35
4.3 付帯設備等	37
5. 最終仕様と製作・完成図	41
5.1 全体配置図	41
5.2 モノマー供給ユニット	44
5.3 ガス循環・液循環ユニット	61
5.4 ラテックス抜出・水送入ユニット	89
5.5 反応ユニット	101
5.6 組成制御ユニット	116
5.7 温水ユニット	125
6. おわりに・謝辞	133
7. 参考文献	133

CONTENTS

1. INTRODUCTION	1
2. DEFINITE DESIGN OF APPARATUS	2
2.1 Formation of apparatus	2
2.2 Components of unit	2
3. SPECIFICATION OF APPARATUS	3
3.1 General	3
3.2 Plan for reference	5
3.3 Machinery	20
3.4 Instrument	24
3.5 Piping, valves and connections	29
3.6 Operation pannel	30
3.7 Instrument and electric power pannel	30
3.8 Construction	31
3.9 Specification for tests	33
3.10 Papers for submission	33
4. DETAILS FOR CONSTRUCTION	35
4.1 Examination of maker	35
4.2 Reexamination of specification	35
4.3 Incidental facilities	37
5. FINAL SPECIFICATION AND COMPLETE FIGURES	41
5.1 Plot plan	41
5.2 Monomer suppling unit	44
5.3 Gas and solution recycling unit	61
5.4 Solution supplying and discharging units	89
5.5 Reaction unit	101
5.6 Gas analysis unit	116
5.7 Temperature control unit	125
6. SUMMARY AND ACKNOWLEDGMENT	133
7. REFERENCES	133

1. はじめに

テトラフルオールエチレン-プロピレンの放射線乳重合反応に関する研究の最終段階として、最適プロセスの設計、コスト試算などの工業化の可能性について検討することになった。このため、主としてプロセス上の工学的な諸問題の解決や反応工学的研究を行なうことを目的に連続重合反応装置を製作することになり、既に、装置設計の基本的な考え方、重合方式、物質収支、制御方法¹⁾についての概念設計を行なった。

さらに、本装置の詳細な仕様の検討と具体的な設計を実施し、見積り仕様書を作成するとともに、本装置の発注先の検討などを行った。本装置の契約・発注に当たっては、費用の面から装置仕様の再検討が必要となった。

実験装置は一般に反応系や反応型式を決めて製作されるため、他の反応系等への転用が困難である。本装置は、装置の新規製作による時間的な損失の防止や費用の節約をはかるため、気液相の重合反応に関しては多くの反応系や反応型式に適應できるように設計されたもので、この考え方を具体化するため、装置を機能別にユニット化して製作した。

本報告は、概念設計で述べた基本的な考え方にに基づき設計し、発注・製作に至る過程についてまとめたもので、本装置の特徴を明らかにし、また、改造等を行なう場合に容易なように、フローシート等の基本的な図面はもとより、個々の機器の製作図まで収録したものである。

また、本装置が完成するまでの経緯を参考のため下記に記した。

昭和49年	4月～6月	研究方針の策定，設計データの取得，概念設計の完了
	7月10日	見積り仕様の作成完了
	8月20日	装置仕様の説明会（於東京本部）
	9月20日	2社より見積り書提出される（2社共に約3000万円）
	9月27日	A社，B社と技術的な打合せを行なう。A社に2次見積りを依頼（於東京本社）
	10月8日	A社より2次見積りが提出される仕様，価格等の再検討を実施
	11月1日	A社と契約成立
	11月8日	第1回打合せ（仕様の詳細説明，現場調査等）
	11月28日	付帯工事発注
	12月12日	第2回打合せ（計装シーケンス，装置の大きさ等について）
昭和50年	2月	契約仕様の一部変更
	2月6日	第3回打合せ（機器および計装参考図の検討，支給品の引渡し等）
	3月11日	第4回打合せ（承認願図の検討，残りの支給品の引渡し等）
	5月13日	工場立会検査（寸法検査，外観検査，耐圧試験等）
	5月28日	装置の搬入，据付等の工事開始
	6月3日	試運転総合検査（気密試験，作動試験，総合性能試験等），納入

2. 装置の具体的設計

2.1 装置の構成

概念設計に基づき装置は機能別にユニット化する。すなわち本装置は、①一定組成のモノマーを一定の圧力または一定の流量で供給するためのモノマー供給ユニット、②ラテックス中にモノマーを溶解し、ラテックスを循環させるためのガス循環・液循環ユニット、③ラテックスを反応圧から常圧まで一定速度で拔出し、かつ拔出量と同量の乳化水溶液を送入するためのラテックス拔出・水送入ユニット、④気相モノマー組成を連続的に分析し、組成の偏りを修正するための組成制御ユニット、⑤照射室内に設置し重合反応を行なわせるための反応ユニットおよび⑥温度を一定に保つための温水ユニットの計6ユニットから構成されるものとする。

反応ユニットを除くこれらのユニットは一つの装置として連結し、同一の場所に設置するものとする。

2.2 各ユニットの構成

各ユニットはそれ自身で機能を発揮できることが重要なので、オペレーションパネルと計装・電源パネルを一体化した構造とする。

すなわち、動力機器の電源およびスイッチ、制御機器、記録計等から成る計装・電源パネルを各ユニット毎に設ける。また、バルブ操作を集中して行なえるよう、主要なバルブはオペレーションパネルの前面に取付ける。バルブの誤操作を防止しかつ迅速な操作が行なえるように、オペレーションパネルをグラフィック化し、物質の流れを色分けして示すこととした。

装置の保守や手直しを考慮して、オペレーションパネルと計装・電源パネルとは切離しができる構造とする。このため、全ての動力配線、計装配線・配管等は適当なコネクタで接続することにした。また、ユニット間のプロセスおよびユーティリティー配管についても、ユニット間の一定の場所で接続する方法を採用する。

3. 装置仕様書

概念設計に基づいてさらに具体的な設計を実施した。この結果を一番良く表わしているのが仕様書である。そういう観点から、ここでは見積りに使用した1次仕様を掲げる。

3.1 一般仕様

3.1.1 装置製作の目的

本装置はテトラフルオイルエチレン-プロピレンの2成分を反応物質とした乳化共重合反応を放射線照射下で行ない、種々の反応工学的データを得ることを目的とする実験装置である。

3.1.2 設計の基本方針

装置の設計・製作に当っては、下記の項目に留意すること。

- (1) 装置規模 — 装置規模は本仕様に適合する範囲内でできる限り小さくする。また、2名の運転員で運転が行なえるように省力化を重視し、かつ単純で操作が容易な装置であることが望ましい。
- (2) 構造 — 反応系や実験方法を変更することを考慮し、装置の構造は機能別にユニット化することが望ましい。また、装置の移動・組替や機器の取付・取はずしが容易であり、かつ機器等の点検や修理などの保守性にすぐれていることが望ましい。
- (3) 安全性 — 各種の法令・安全基準に適合するだけでなく、人間工学的な配慮を行ない、誤操作を起さなく使用しやすい装置とする。
- (4) 互換性 — 各種高压容器、弁、継手類はできる限り統一し、相互に互換性があることが望ましい。

3.1.3 適用法規

本装置は高压ガス製造設備には該当しないが、下記の法令に適合または準拠すること。また、下記の法令・基準等の適用を受けるものにあつては、その法令・基準に適合すること。

- (1) 高压関係
 - i) 高压ガス取締法
 - ii) ボイラ及び圧力容器安全規則
 - iii) 日本工業規格 火なし圧力容器の構造 (B 8243)
- (2) 電気関係
 - i) 電気設備技術基準
 - ii) 日本工業規格
 - iii) 電気用品技術基準

- IV) その他各種標準資料 (JEC, JEM, JCS, JCMS)
- (3) その他
 - i) 労働安全衛生法および規則
 - ii) 日本工業規格
 - iii) 機器, 設備共通安全基準書 (所内基準)

3.1.4 見積り (製作, 工事等) 範囲

- (1) 機器
 - i) 機器仕様書に記載されている機器 (但し支給品は除く)
 - ii) 上記機器に用いる特殊消耗品の予備品 (100%)
- (2) 計装機器
 - i) 計装機器仕様書に記載されている機器 (但し支給品は除く)
 - ii) 上記機器に用いる特殊消耗品の予備品 (100%)
- (3) 配管, 配管材, 弁
 - i) 配管材料・弁類仕様書に記載されているもの
 - ii) 上記配管材等に用いる特殊消耗品の予備品 (100%)
- (4) パネル, 架台等
 - i) オペレーションパネル, 架台 —— 装置組立計画図に図示してあるモノマー供給ユニット, ガス循環・液循環ユニット, ラテックス抽出・水送入ユニット, 組成制御ユニット, 温水ユニットの各オペレーションパネルおよび反応器架台 (照射台)
 - ii) 計装・電源パネル —— 装置組立計画図に図示してある各ユニットの計装・電源パネル
- (5) 各種工事
 - i) 機器据付・組立工事 (各ユニットのオペレーションパネル, 架台)
 - ii) 計装・電気機器の取付・組立工事 (各ユニットの計装・電気パネル)
 - iii) 配管工事 (各ユニット～反応機間, 遮へい工事も含む)
 - iv) 計装用空気配管および配線工事
 - v) 電気配線工事 (既設分電盤～各ユニット電源パネル)
 - vi) 保温工事
- (6) 設計
 - i) 本装置製作に係る全ての設計 (但し当所設計に係る部分は除く)
- (7) 検査
 - i) 検査仕様書に基づく検査
- (8) 輸送
 - i) 貴社から当研究所指定場所までの輸送
- (9) 提出書類
 - i) 提出書類一覧表に基づく書類一式

3.1.5 保証

所有権移転後に生じた材料，製作，設計上の欠陥および故障については1年間（保障期間が1年以上の機器についてはこの限りではない）に限り無償でかつすみやかに交換または修理を行なうこと。

ただし，当研究所においてその必要を認めない場合はこの限りではないものとする。

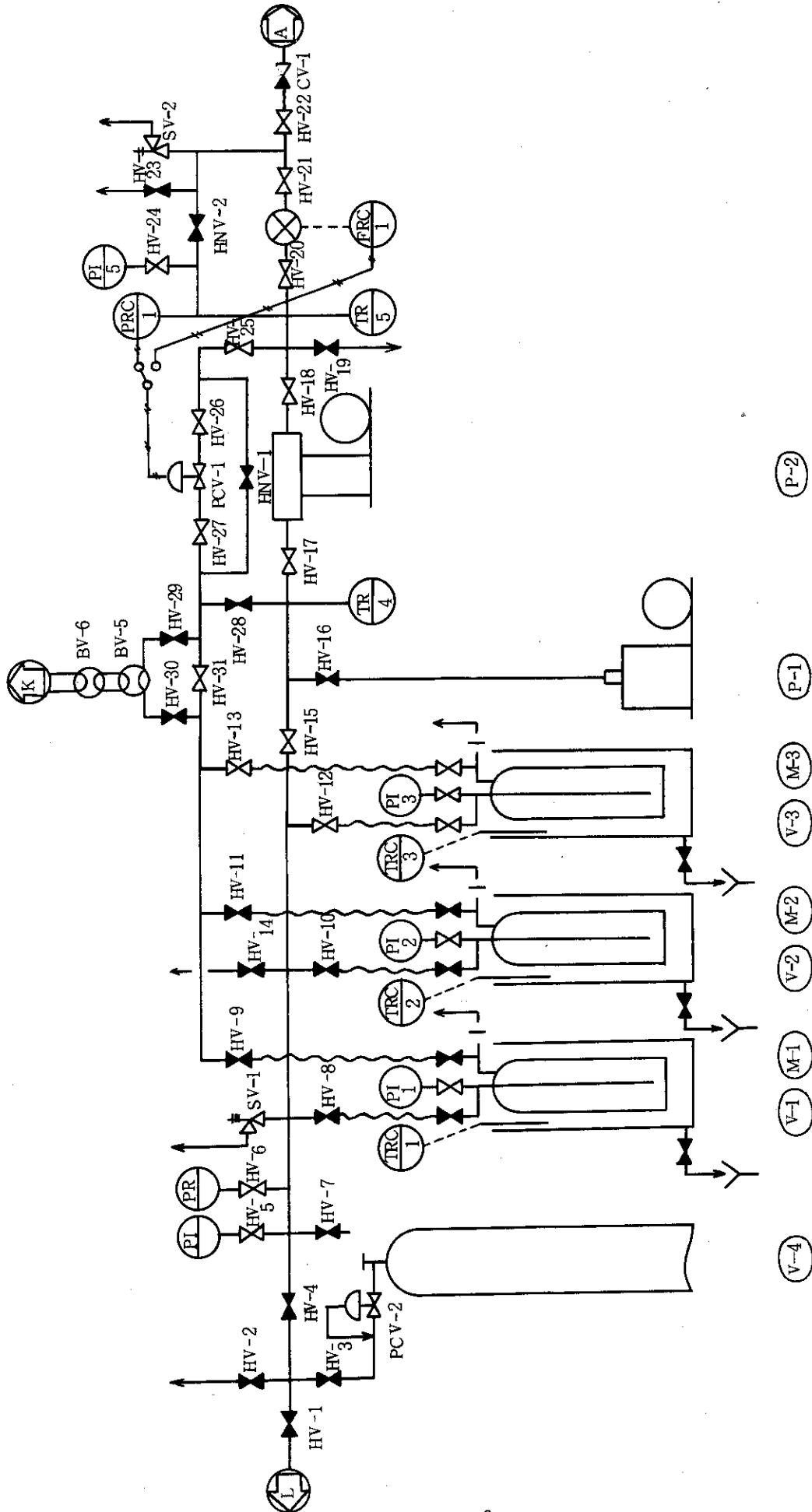
3.2 参考図面

3.2.1 フローシート

- (1) モノマー供給ユニットフローシート ————— 図 3・1
- (2) ガス循環・液循環ユニットフローシート ————— 図 3・2
- (3) ラテックス拔出・水送込ユニットフローシート ————— 図 3・3
- (4) 組成制御ユニットフローシート ————— 図 3・4
- (5) 反応ユニットフローシート ————— 図 3・5
- (6) 温水ユニットフローシート ————— 図 3・6

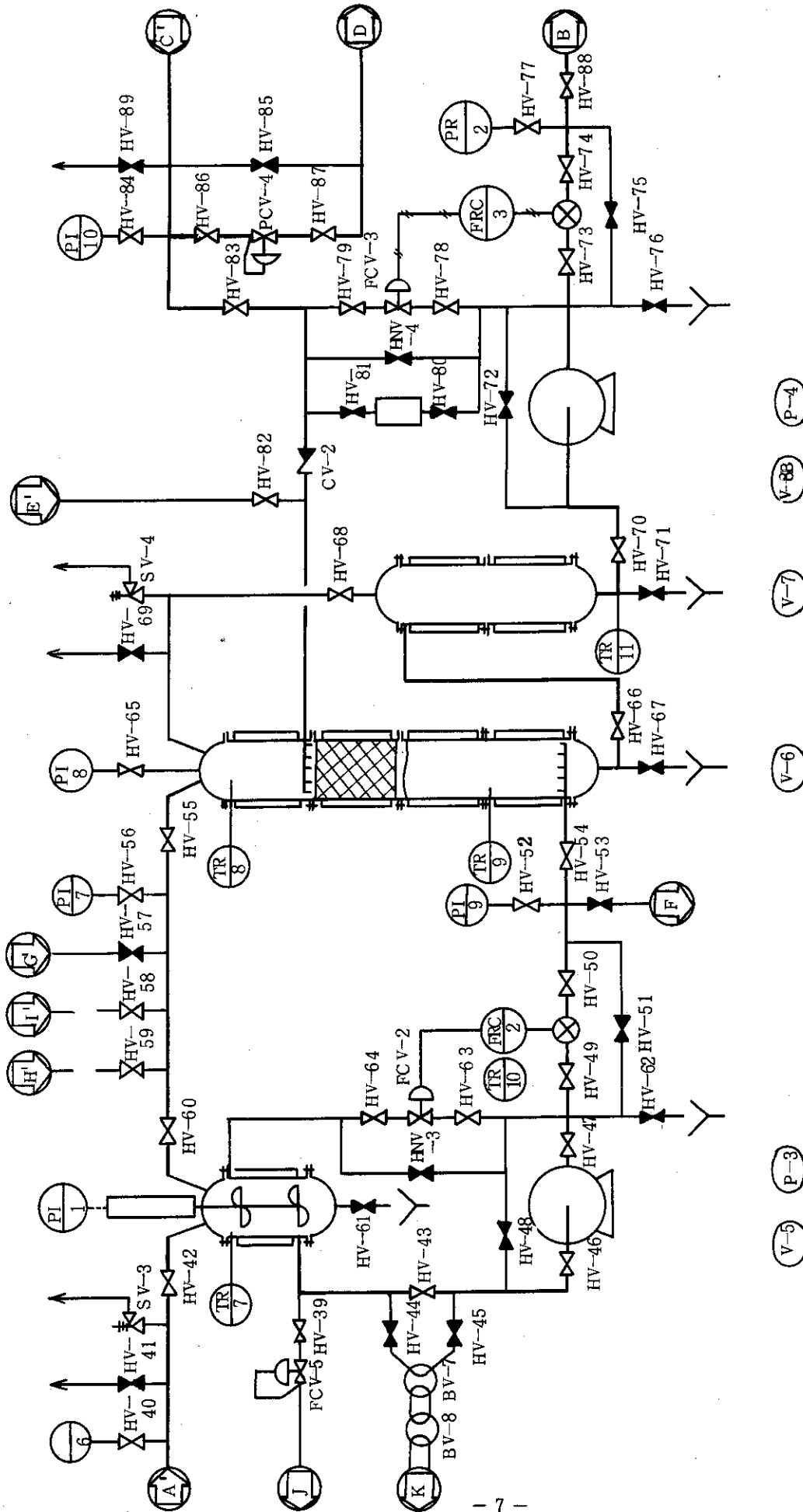
3.2.2 装置組立計画図，プロットプラン

- (1) モノマー供給ユニット組立計画図 ————— 図 3・7
- (2) ガス循環・液循環ユニット組立計画図 ————— 図 3・8
- (3) ラテックス拔出・水送込ユニット組立計画図 ————— 図 3・9
- (4) 組成制御ユニット組立計画図 ————— 図 3・10
- (5) 反応器架台（照射台） ————— 図 3・11
- (6) 温水ユニット組立計画図 ————— 図 3・12
- (7) プロットプラン ————— 図 3・13



V-4 窒素ポンプ
 V-1 初期仕込用ポンプ
 M-1 加熱冷却槽
 V-2 追加仕込用ポンプ
 M-2 加熱冷却槽
 V-3 追加仕込用ポンプ
 M-3 加熱冷却槽
 P-1 真空ポンプ
 P-2 モノマー供給ポンプ

図 3.1 モノマー供給ユニット フローシート



V-5 ガス混合槽 P-3 ガス循環ポンプ V-6 気液接触槽 V-7 気液分離槽 V-8 液サンプリング管 P-4 液循環ポンプ

図 3.2 ガス循環・液循環ユニット フローシート

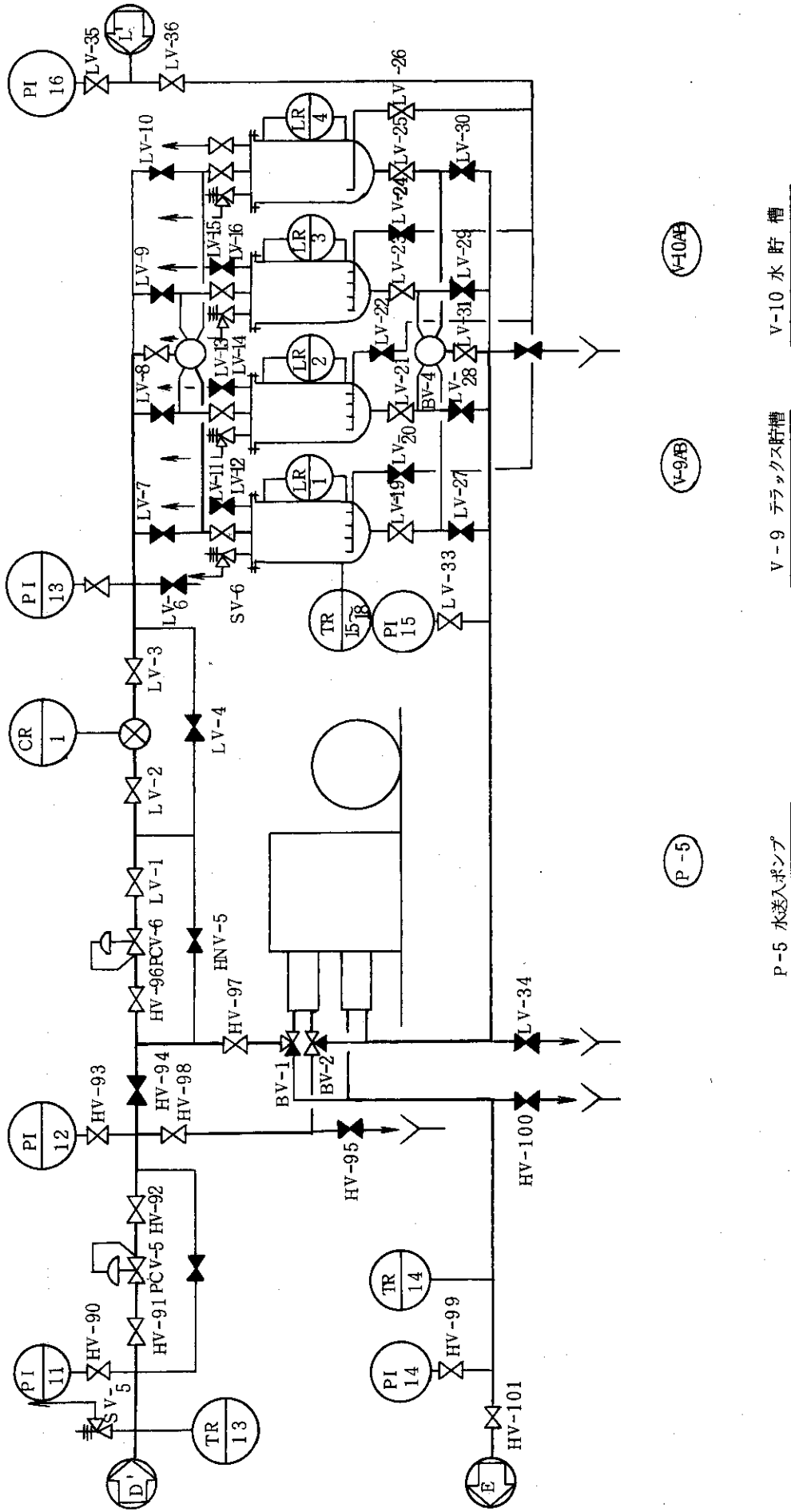


図 3.3 ラテックス抽出・水送入ユニットフローシート

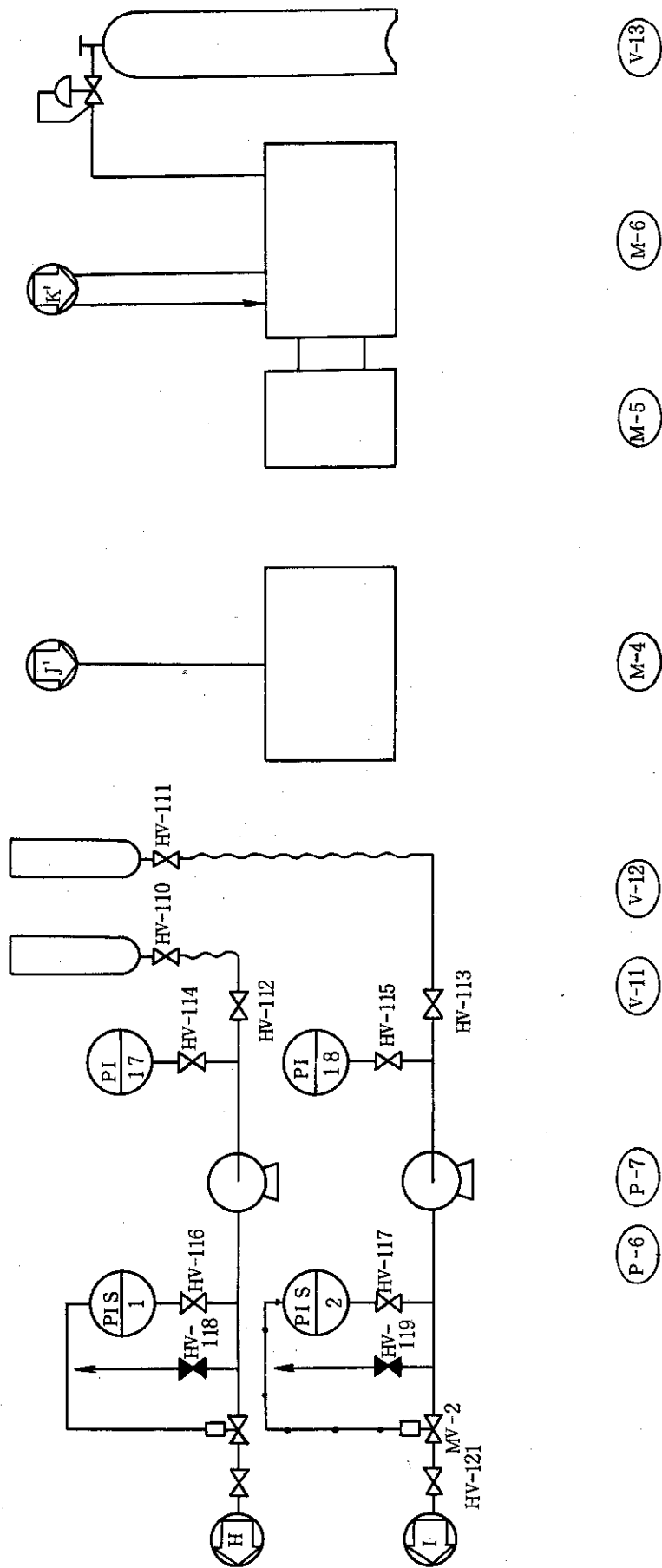
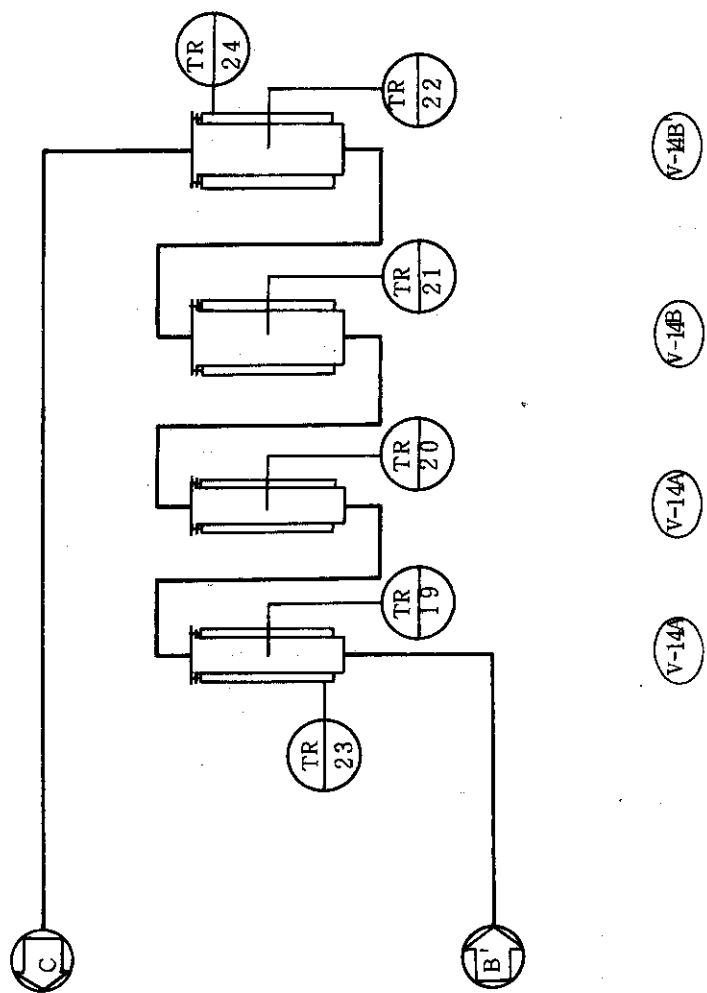
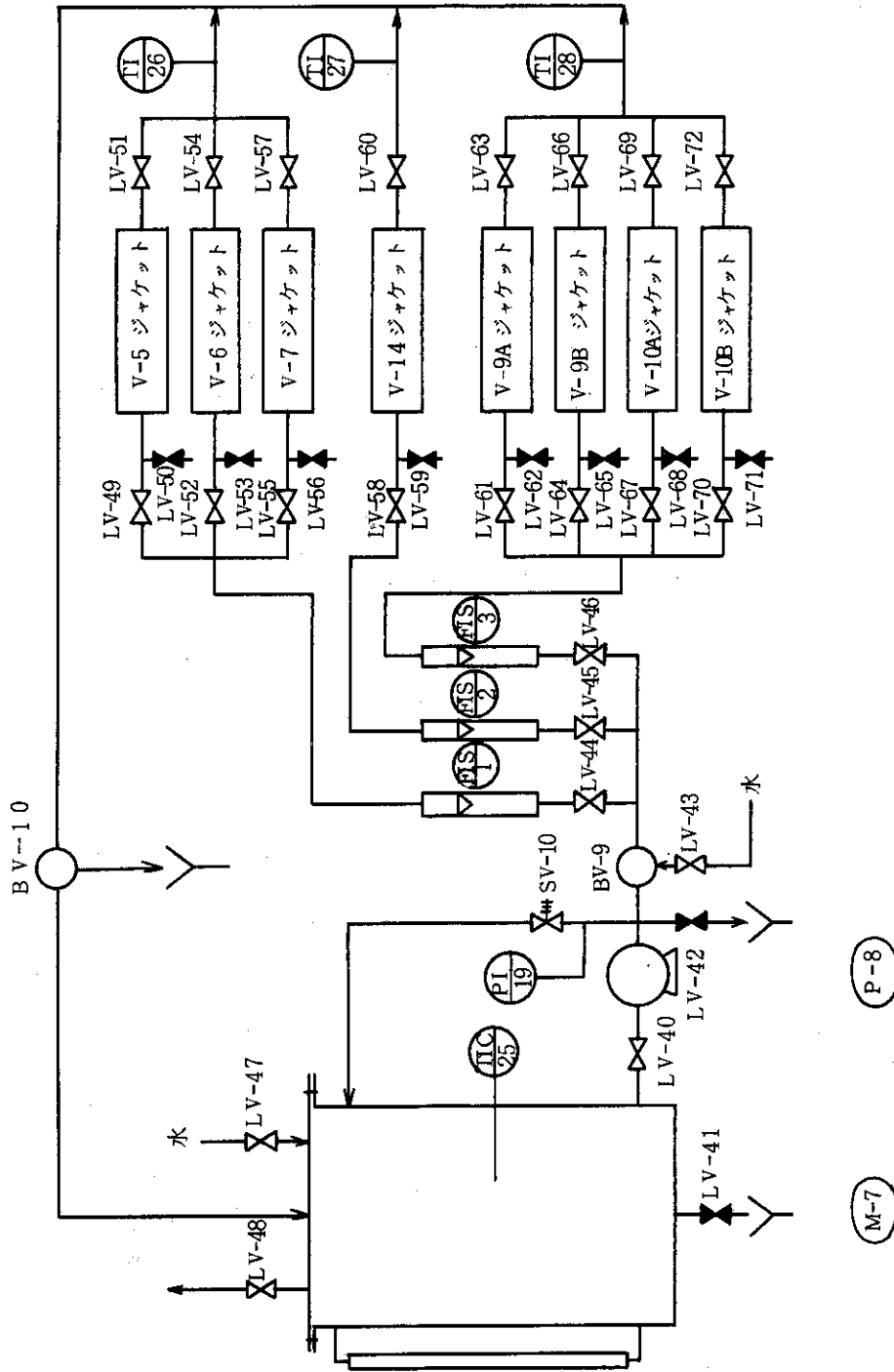


図 3.4 組成制御ユニットフロースキーム



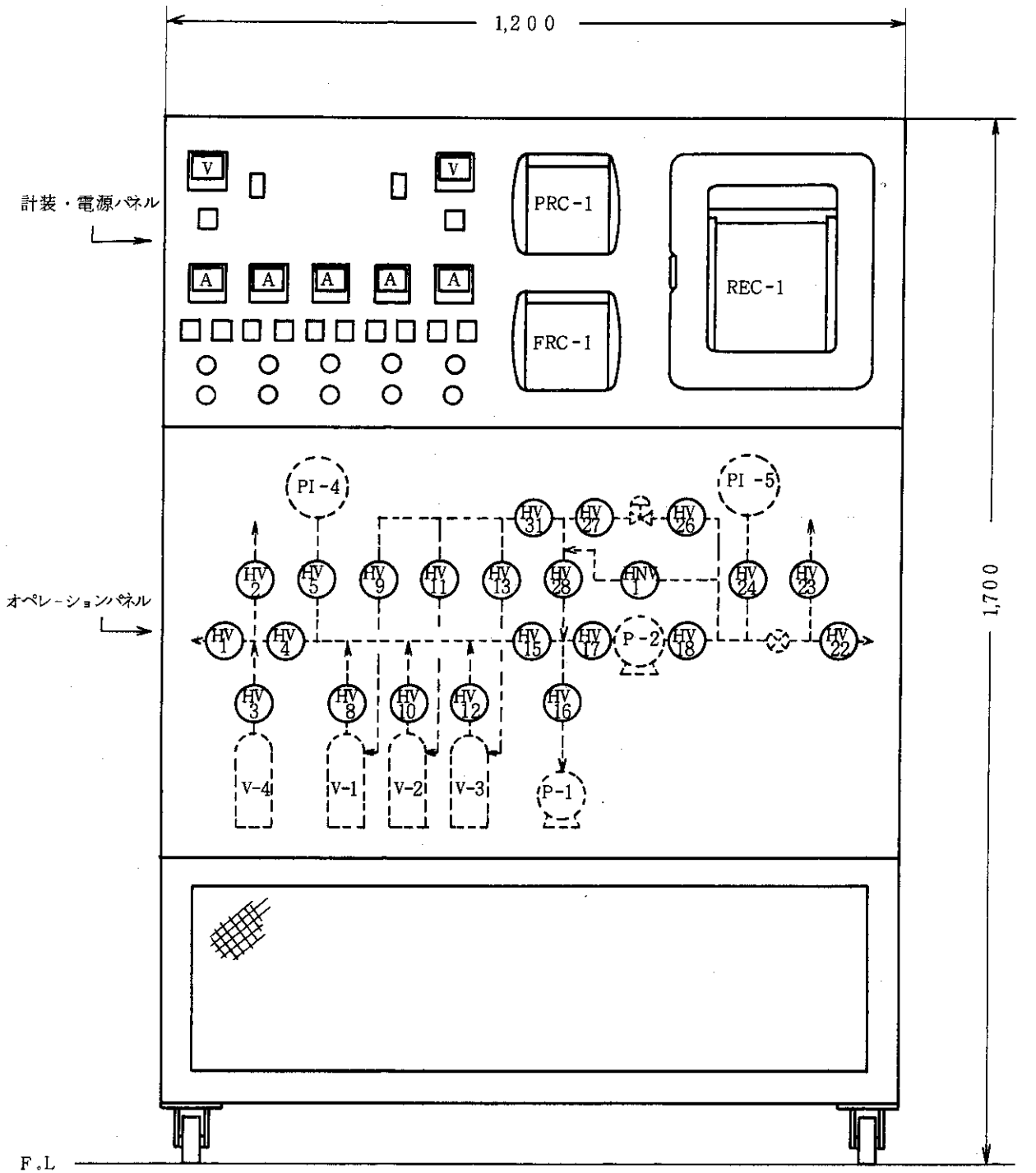
V-14AA' BB' 反 応 器

図 3.5 反 応 器 ユ ニ ッ ト フ ロ ー シ ョ ー ト



M-7 温水タンク P-8 温水ポンプ

図 3.6 温水ラインフローシート



SCALE 1/10

図 3.7 モノマー供給ユニット組立計画図

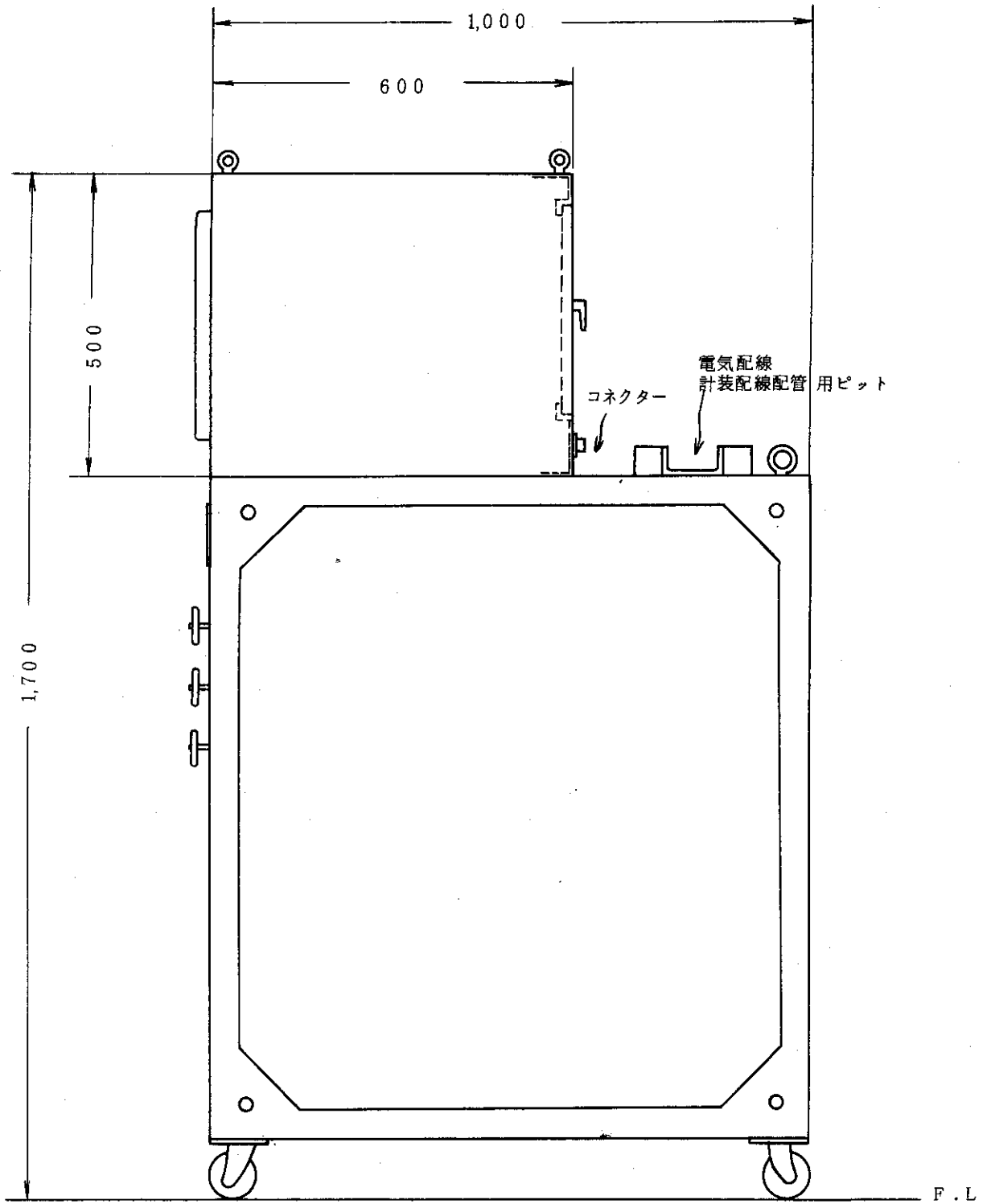


図 3.7 B 各ユニット側面図 (計画)

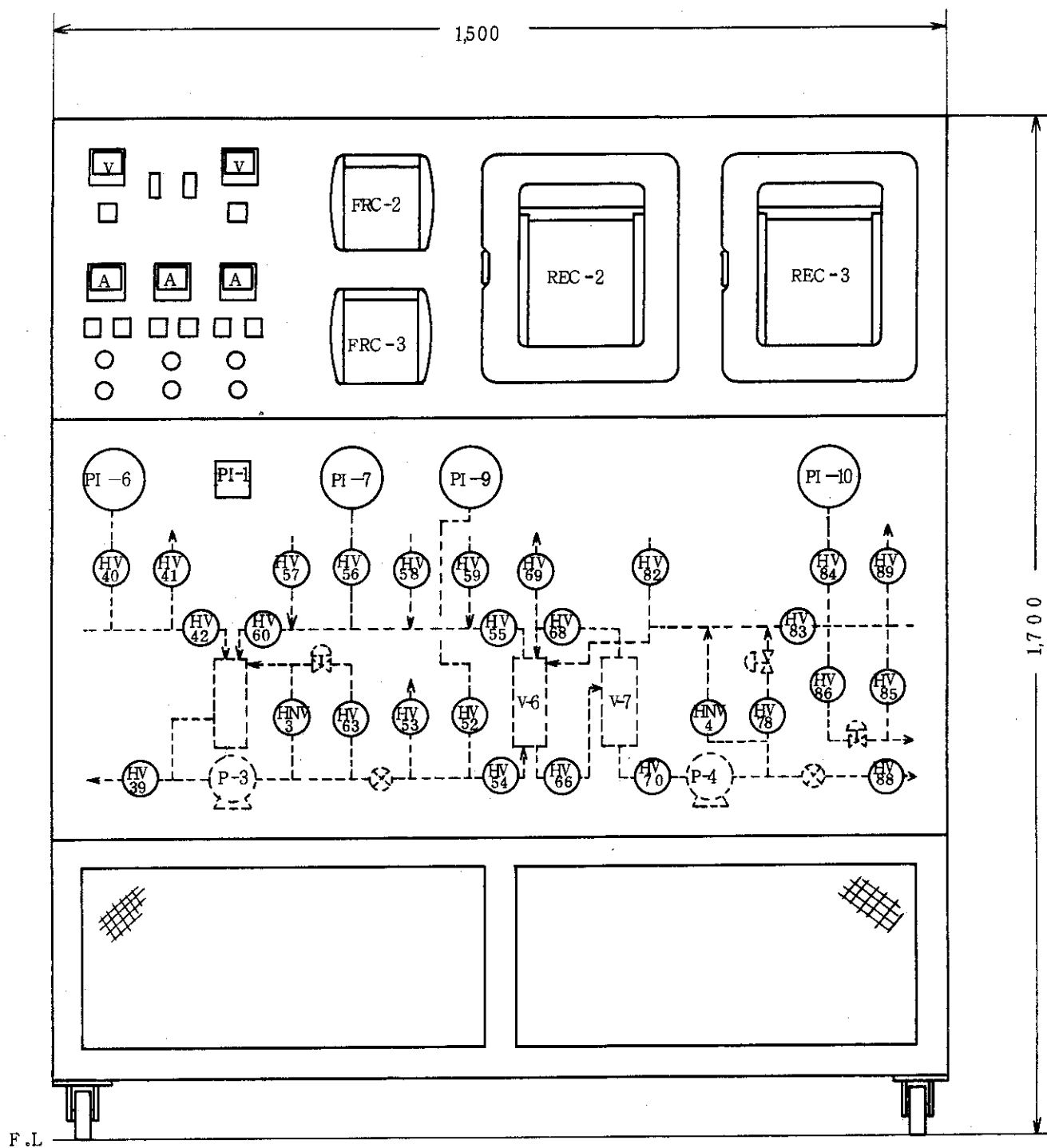


図 3.8 ガス循環・液循環ユニット組立計画図

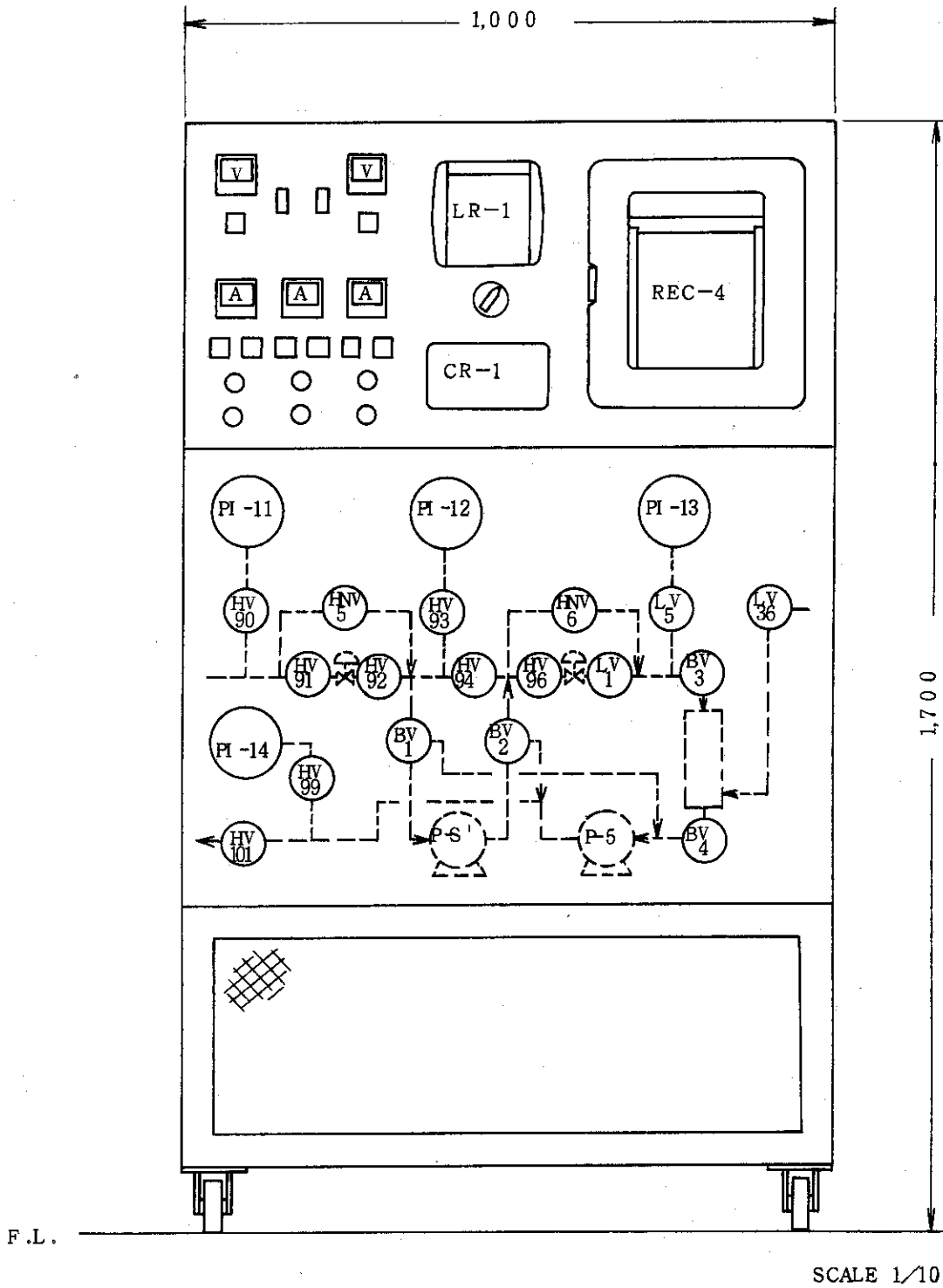


図 3.9 ラテックス拔出・水送込ユニット組立計画図

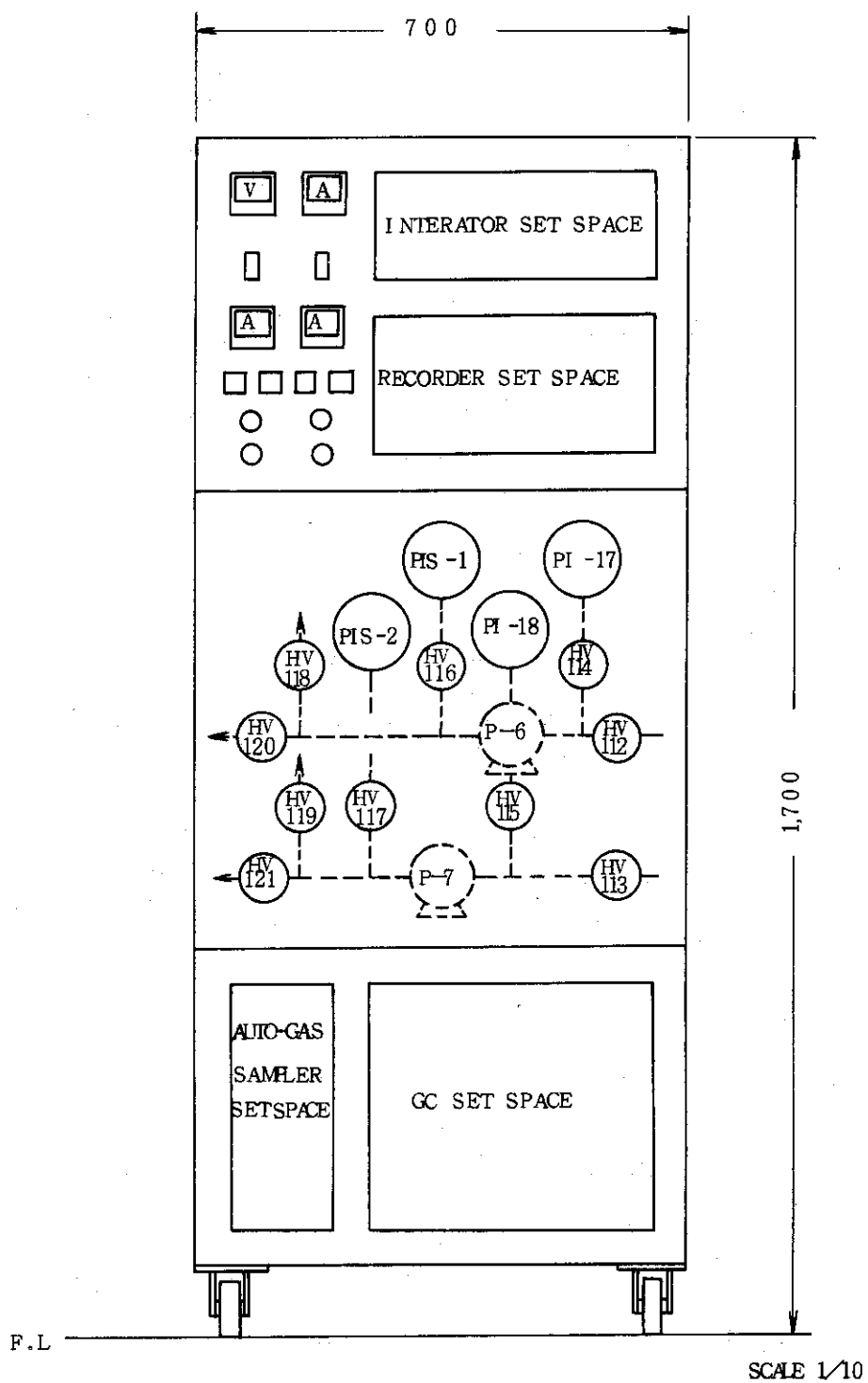


図 3.10 組成制御ユニット組立計画図

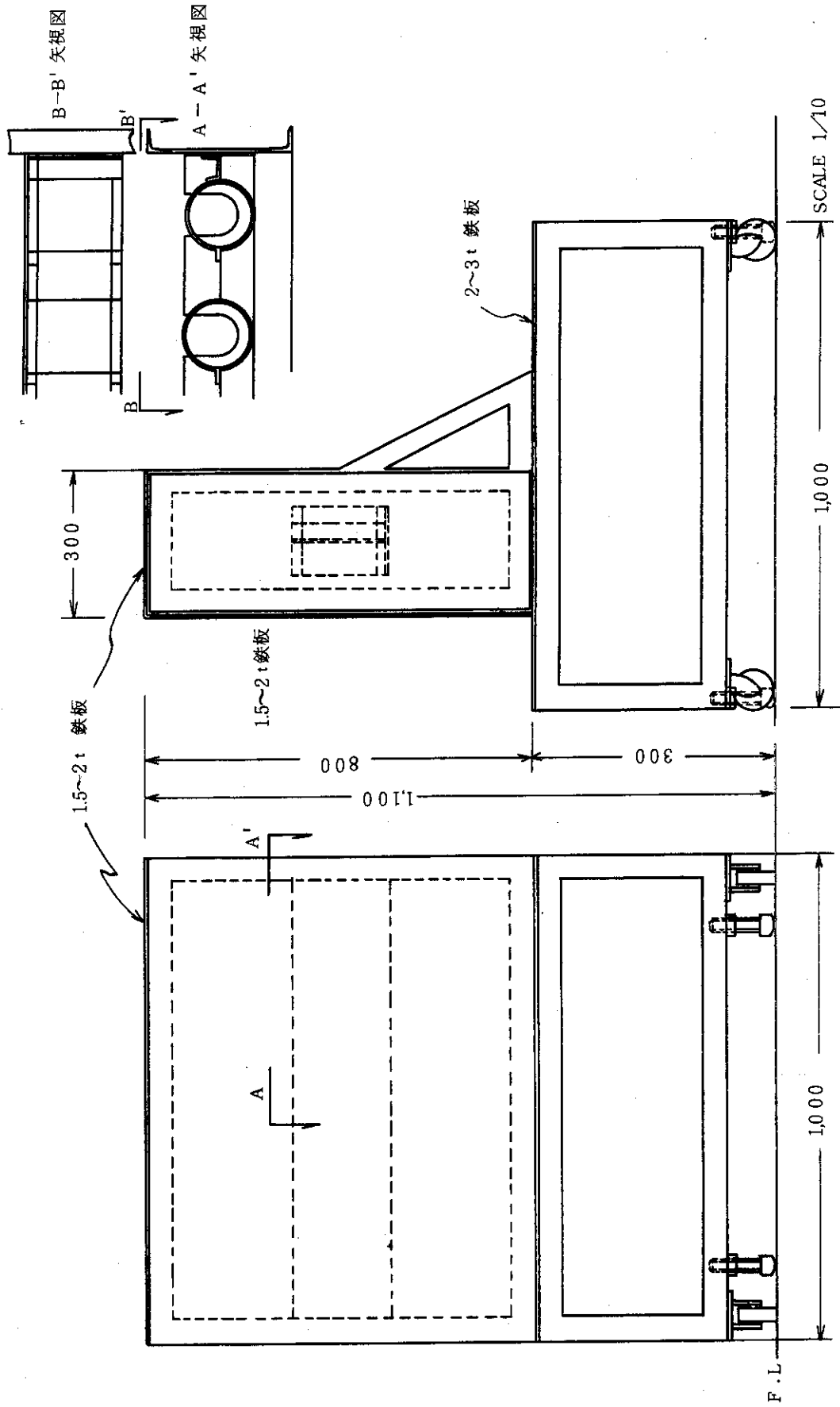


图 3.1.1 反应器架台 (照射台) 计划图

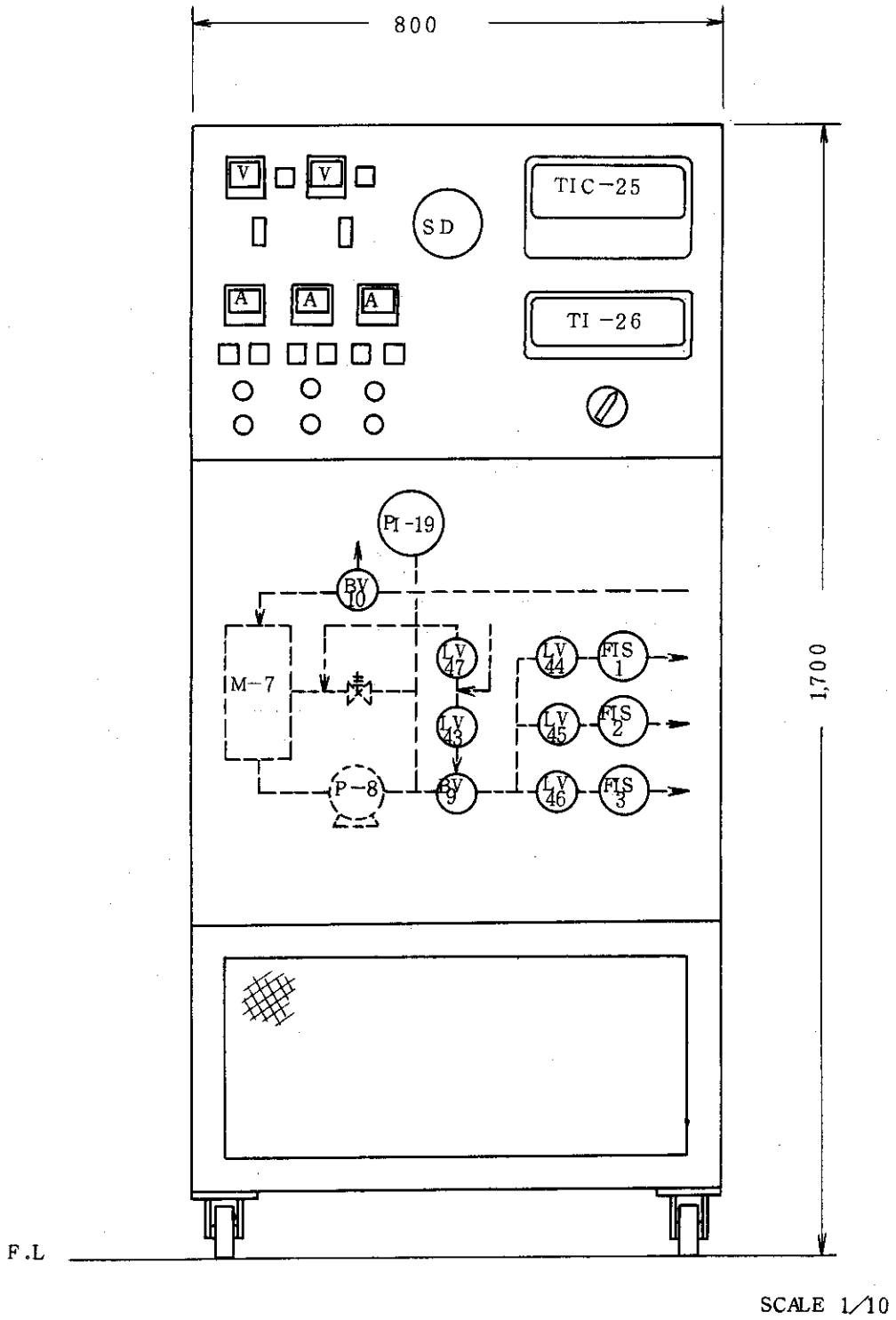


図 3.12 温水ユニット組立計画図

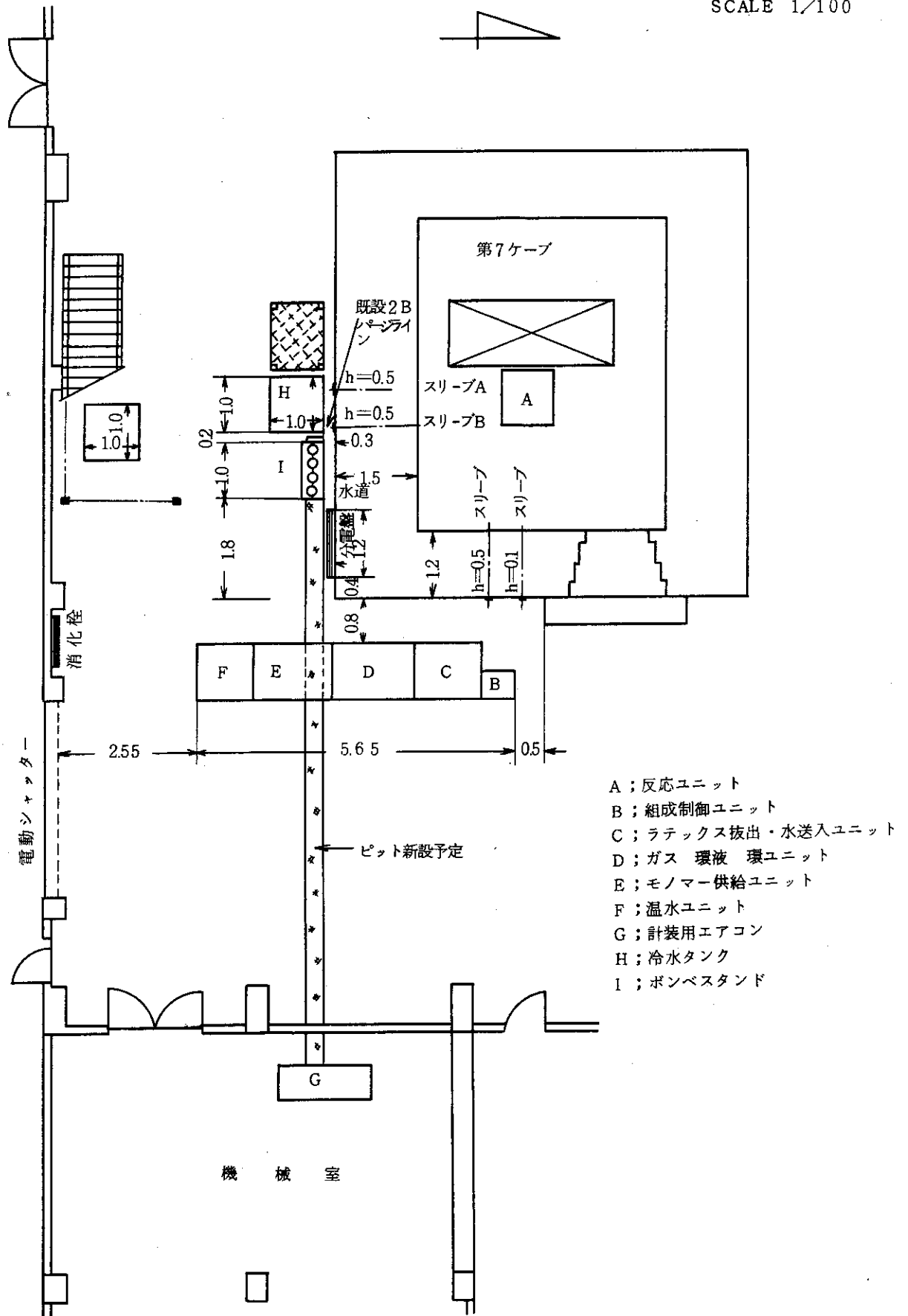


図 3.13 プロットプラン

3.3 機器仕様書

3.3.1 機器仕様

- (1) 機器仕様は表3・1, 表3・2の機器一覧表に示した。
- (2) ポンプ類を除く機器の外形, 寸法等は機器計画図(本報では省略した)に示した。
- (3) 機器の形状, 寸法等は, ユニット内に合理的に収納するため, 機器計画図と多少異なってもよい。
- (4) ガス混合槽(V-5), 気液接触槽(V-6), 気液分離槽(V-7)は同一構造のものとする(図3・14 気液接触槽構造図を参照のこと)。
- (5) ガス混合槽(V-5), 気液接触槽(V-6), 気液分離槽(V-7)および反応器(V-14 A B B)のジャケットは取りはずしができる構造であることが望ましい。また, 保温はジャケットと一体であるか取りはずしができる構造であること。
- (6) ポンプ類の型式は貴社にて選定のこと。ただし, 機種を選定にあたっては次の事項に留意すること。
 - i) ユニット内に収納するため, できるだけコンパクトで保守が容易であること。
 - ii) モノマー供給ポンプ(P-2)は液体でも圧送できるものが望ましい。
 - iii) 液循環ポンプは脈動が少なくかつ流体にシアーがかからないものが望ましい(ラテックスに激しいシアーがかかると乳化破壊を起しポリマーが付着する)。
 - vi) 水送入ポンプ(P-5)はラテックスの抽出しも兼ねたいので, 2連のプランジャーポンプであることが望ましい。この場合, 各連毎に流量の調節ができること。
 - v) モノマー供給ポンプ(P-2), ガス循環ポンプ(P-3), 組成制御用ポンプ(P-6, 7)は, 局所的に発熱する構造のポンプは好ましくない。

3.3.2 その他

詳細仕様は当研究所と打合せの上決定するものとする。

表 3・1 機器仕様一覧表

機番	名称	圧力 (kg/cm ² G)	温度 (°C)	内容積 (ℓ)	形状 (内径×高さ) (mm)	材質	付属品	内容物	備考
V-1	初期仕込用ポンベ	-1~150	-198~100	5	130φ×400H	SUS304又は SUS316	バルブ 圧力計 ラブリナー ³	C ₂ F ₄ C ₃ H ₆	
V-2	追加仕込用ポンベ	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	
V-3	追加仕込用ポンベ	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	
V-4	窒素ポンベ								
V-5	ガス混合槽	-1~100	0~100	1	100φ×200H	SUS304	機 (10~1000 rpm)	C ₂ F ₄ C ₃ H ₆	ジャケット付
V-6	気液接触槽	-1~100	0~100	1×4コ	100φ×200H×4コ	SUS304	バブラー ² 充填物	C ₂ F ₄ , C ₃ H ₆ 水, 乳化剤, ポリマー	ジャケット付
V-7	気液分離槽	-1~100	0~100	1×2コ	100φ×200H×2コ	SUS304		同上	ジャケット付
V-8	液サンプリング管	-1~100	0~100	0.2	40φ×200H	SUS304		同上	ジャケット付
V-9 ^A V-9 ^B	ラテックス貯槽	-1~10	0~100	10	200φ×300H	SUS304	レベルゲージ バブラー	同上	ジャケット付
V-10 ^A V-10 ^B	水貯槽	-1~10	0~100	10	200φ×300H	SUS304	レベルゲージ バブラー	同上	ジャケット付
V-11	組成制御用 モノマーポンベ	-1~100	-198~100	1	80φ×200H	SUS316又は SUS304		C ₂ F ₄ C ₃ H ₆	
V-12	組成制御用 モノマーポンベ	-1~100	-198~100	1	80φ×200H	SUS316又は SUS304		C ₂ F ₄ C ₃ H ₆	
V-13	キャリアーポンベ								
V-14 ^A V-14 ^B	反応器	-1~100	0~100	0.25×2コ 0.5×2コ	40φ×200H×2コ 56φ×200H×2コ	SUS304		C ₂ F ₄ , C ₃ H ₆ 水, 乳化剤, ポリマー	耐放射線性

表 3・2 機器仕様一覧表 (2)

機番	名称	圧力 (kg/cm ² ・G)	温度 (°C)	能力 ($\frac{\rho}{hr}$ / 流体密度)	材質 (接液, 接ガス部)	流体 (内容物)	流体粘度 (C・P)	型式	備考
P-1	真空ポンプ								
P-2	モノマ-供給ポンプ	吸入 5~80 吐出 20~100	20~80	1~10 ($\rho=0.1\sim1$)	SUS304	液化ガス (C ₂ F ₄ , C ₃ H ₆)			
P-3	ガス循環ポンプ	吸入 30~100 吐出 30~100	20~80	300 ($\rho=0.1\sim1$)	SUS304	蒸気・気体 (C ₂ F ₄ , C ₃ H ₆)			Head 10~50 mH ₂ O
P-4	液循環ポンプ	吸入 30~100 吐出 30~100	20~80	20~200 ($\rho=1\sim1.2$)	SUS304	ラテックス (水, 乳化剤, ポリマー)	1~10		シャ-のかからないもの(乳化破 壊防止) モーター: 安増
P-5	水送入ポンプ	吸入 0~5 吐出 30~100	20~80	1~10 ($\rho=1\sim1.2$)	SUS304	水, ラテックス (水, 乳化剤, ポリマー)	1~10	プランジャ-, 2連 又は適当なもの	モーター: 安増
P-6	組成制御用ポンプ	吸入 5~40 吐出 30~100	20~80	0.1~1 ($\rho=0.5\sim1.0$)	SUS304	液化ガス (C ₂ F ₄ , C ₃ H ₆)			モーター: 安増
P-7	組成制御用ポンプ	同上	同上	同上	同上	同上			モーター: 安増
P-8	温水ポンプ	吸入 0 吐出 0~1.0	20~90	300~500 ($\rho=1.0$)		温水		キャポンプ	Head 1~2 kg/cm ² ・G モーター: 安増
機番	名称	圧力 (kg/cm ² ・G)	温度 (°C)	外形寸法 (縦×横×高 mm)	材質	内容物	備考		
M-1~3	加熱・冷却槽	0	-198~100	300×300×500H	木材 ステンレス内張	水または液体窒素			
M-4	赤外線ガス分析計	0~1.0	20~30						
M-5	GC用1ンテグレート-								
M-6	プロセスガスクロ	0~5	0~150						
M-7	温水タンク	0	20~100	600φ×1000	SUS304	水	ヒーター: 200V 2KW×2		

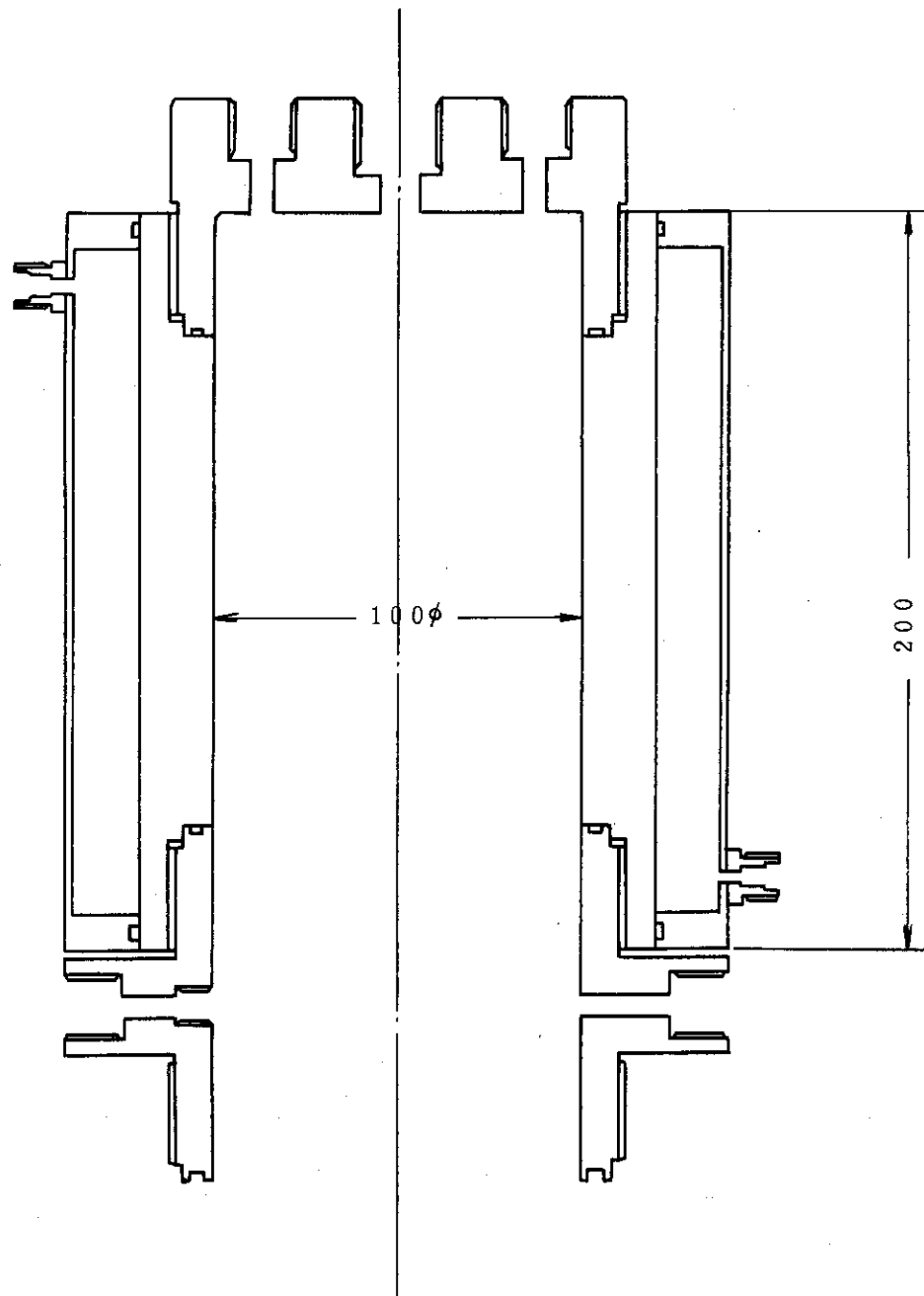


図 3.14 気液接触槽構造図 (参考図)
(ガス混合槽, 気液分離槽も同一構造とする)

3.4 計装仕様書

3.4.1 検出部

検出部の仕様は下記の一覧表に示したとおりである。

仕様中で未指定の部分あるいは詳細仕様については、別途打合せの上決定するものとする。

- (1) 圧力検出部仕様一覧表 _____ 表 3・3
- (2) 温度検出部仕様一覧表 _____ 表 3・4
- (3) その他の検出部仕様一覧表 _____ 表 3・5

3.4.2 受信, 記録, 指示部

(1) 圧力記録計 (PR-1, PR-2) —— 記録計の他に, 必要な直流電源, 変換器, 増幅器などを含むものとする。また, PR-2の記録計または変換器には可変が可能な警報接点を1つ有すること。

(2) 温度記録計 (TR-1~4)

- i) 0~100℃, IC熱電対用, 室温補正機能を有すること。
- ii) 6点打点式, 自動平衡型, チャート送り速度 25, 50 mm/hr
- iii) REC-1記録計の6点のうち, 3点に温度接点(設定可変, TRC-1~3用)を有すること。

iv) 電源は100V, 50Hz

(3) 温度調節指示計 (TIC-25)

- i) 0~100℃, IC熱電対用
- ii) 温度調節は0~100℃の範囲で1点ON-OFF
- iii) 電源は100V, 50Hz

(4) 温度指示計 (TI-26)

- i) 0~100℃, IC熱電対用指示計
- ii) TI-26, 27, 28の指示を選定する切替スイッチが付属すること。
- iii) 電源はAC100V, 50Hz

(5) 流量記録調節計 (FRC-1~3)

- i) 機種は貴社で適当なものを選定のこと (PID動作が可能であること)
- ii) 伝送方法は空気でも電気でもよい。
- iii) FRC-1はPRC-1と切替えて使用できることが望ましい。

(6) レベル記録計 (LR-1~4)

- i) 検出方法に合致する変換器, 記録計を貴社にて選定のこと。
- ii) 検出端, 記録計ともに, LR-1~4を切替えて使用できることが望ましい。
- iii) 伝送方法は空気でも電気でもよい。

(7) 濃度記録計 (CR-1)

- i) 機種は貴社にて選定のこと。
- ii) 詳細は打合せの上決定する。

(8) 回転指示計 (RI-1)

- i) 0~1000 rpm の指示
- ii) パネル取付型であること。

3.4.3 その他一般事項

- (1) ブルドン型圧力計はJIS標準品で、指針カバーはプラスチック製とする。
- (2) 熱電対の伝送には補償導線を用い、補償導線と熱電対は専用のコネクタで接続すること。
- (3) 詳細仕様は当研究所と打合せの上決定するものとする。

表 3・3 圧力検出部仕様一覧表

計器 番号	検出場所	検出方法	測定範囲 (kg/cm ² ・G)	外径寸法 主要材質	受信記録装置	備考
PI-1	V-1 初期仕込用ポンペ	ブルドン型圧力計 (禁油)	-1~200	50φ PF3/8 SUS27or32	現 場	
2	V-2 追加仕込用ポンペ	"	"	"	"	
3	V-3 "	"	"	"	"	
4	モノマー供給ユニット 主ライン (低圧側)	"	-1~150	100φ PF1/2 SUS27 or 32	モノマー供給ユニ ットパネル表示	
5	" (高圧側)	"	"	"	"	
6	V-5 ガス入口ライン	"	"	"	ガス循環液循環ユ ニットパネル表示	
7	ガス循環ライン	"	0~150	"	"	
8	V-6 気液接触槽	"	"	"	現 場	
9	ガス循環ライン	"	"	"	ガス循環液循環ユ ニットパネル表示	
10	液戻りライン	"	"	"	"	
11	液 抜 出 ラ イ ン (高圧側)	"	"	"	ラテックス拔出・ 水送入ユニットパ ネル表示	
12	" (中圧側)	"	"	"	"	
13	" (低圧側)	"	0~20	"	"	
14	液 送 入 ラ イ ン (高圧側)	"	0~150	"	"	
15	" (低圧側)	"	0~20	"	現 場	
16	窒素ガス入口ライン	"	0~10	"	"	
17	組成制御低圧ライン	"	0~150	"	組成制御ユニット パネル表示	
18	"	"	"	"	"	
19	温水ポンプ出口ライン	"	0~5	"	温水ユニット パネル表示	
PI-1	モノマー供給主ライン	ストレインゲージ型 圧 力 計	0~150	ネジ込式 PF1/2 SUS27 or 32	PR-1用 受信記録計	
2	循環液出口ライン	"	"	"	PR-2用 "	
PIS-1	組成制御高圧ライン	プレッシャースイッ チ 圧 力 計	"	100φ PF1/2 SUS27 or 32	組成制御ユニット パネル表示	プレッシャースイ ッチの設定は可 変のこと
2	"	"	"	"	"	
PRS-1	モノマー供給ライン	指 定 な し	"		モノマー供給ユニ ットパネル記録調節計	

表 3・4 温度検出部仕様一覧表

計器 番号	検 出 場 所	検出方法	測定範囲 (°C)	外形寸法 主要材質	受信・記録・表示	備 考
TRC-1	M-1 加熱冷却槽	IC熱電対	0~100	2.5φ×300L シース SUS 27 or 32	モノマ-供給ユニット パネル記録計REC-1	温度調節はREC -1のON-OFF接点
TRC-2	M-2 "	"	"	"	"	"
TRC-3	M-3 "	"	"	"	"	"
TR-4	P-2 モノマ-供給ポンプ入口	"	"	1.6φ×150L シース SUS 27 or 32	"	
TR-5	FRC-1 流量計入口	"	"	"	"	
TR-6		"	"	"	"	予備
TR-7	V-5 ガス混合槽内部	"	"	"	循環ユニット パネル記録計REC-2	
TR-8	V-6 気液接触槽上部	"	"	"	"	
TR-9	" 下部	"	"	"	"	
TR-10	FRC-2 流量計入口	"	"	"	"	
TR-11	V-7 気液分離槽出口	"	"	"	"	
TR-12	FRC-3 流量計入口	"	"	"	"	
TR-13	ラテックス拔出ライン	"	"	"	ラテックス拔出・水送 入ユニット パネル記録計REC-4	
TRC-14	水 送 入 ラ イ ン	"	"	"	"	
TRC-15	V-9Aラテックス貯槽内	"	"	"	"	
TRC-16	V-9B "	"	"	"	"	
TRC-17	V-10A 水貯槽内	"	"	"	"	
TRC-18	V-10B "	"	"	"	"	
TR-19	V-14A 反応器内部	"	"	"	循環ユニット パネル記録計REC-3	
TR-20	V-14A "	"	"	"	"	
TR-21	V-14B "	"	"	"	"	
TR-22	V-14B "	"	"	"	"	
TR-23	V-14A反応器ジャケット内	"	"	"	"	

計器 番号	検出場所	検出方法	測定範囲 (°C)	外径・寸法 主要材質	受信・記録・表示	備考
TR-24		IC熱電対	0~100	1.6φ×150L シース SUS 27 or 32	循環ユニット パネル記録計 REC-3	
TIC-25	M-7 温水タンク内	"	"	1.6φ×300L シース SUS 27 or 32	温水ユニットパネル 指示調節計 TIC-25	
TIC-26	V-5,6,7 ジャケット出口	"	"	1.6φ×150L シース SUS 27 or 32	温水ユニットパネル 指示計 TI-26	TI-26,27,28は 切替で指示
TI-27	V-14 ジャケット出口	"	"	"	"	"
TI-28	V-9AA, 10BB ジャケット出口	"	"	"	"	"

表 3・5 その他の検出部仕様一覧表

計器 番号	検出場所	検出方法	測定範囲	外形・寸法 主要材質	受信・記録・表示	備考
FRC-1	モノマー供給ライン出口	指定なし	0~10ℓ/hr	SUS 27 or 32	モノマー供給ユニットパネル 調節記録計 FRC-1	流体: C ₂ F ₄ , C ₃ H ₆ 密度: 0.1~1g/cm ³ 粘度: 1cp以上
FRC-2	ガス循環ライン	"	100~500 ℓ/hr	"	循環ユニットパネル 記録調節計 FRC-2	"
FRC-3	液循環ライン	"	30~300 ℓ/hr	"	循環ユニットパネル 記録調節計 FRC-3	流体: ラテックス 密度: 1~1.2g/cm ³ 粘度: 1~10cp
RI-1	V-5 用 機 (回転指示計)	電磁誘導型	0~1000 rpm	"	循環ユニットパネル パネル指示計	
CR-1	ラテックス拔出低圧ライン (ポリマー濃度記録計)	濁度又は 適当なもの	濁度 0~100%	"	ラテックス拔出・水送入 ユニットパネル記録計	
LR-1~4	V-9AB, 10AB 貯槽 (液面記録計)	指定なし	0~30cm	"	"	LR-1~4は 切替で使用
FIS-1 ~3	温水出口ライン (流量指示計)	"	20~200 ℓ/hr	"	温水ユニット パネル指示計	

3.5 配管材料・弁類仕様書

3.5.1 配管

(1) プロセス配管

- i) 材質 —— SUS304 または SUS316 相当品とする。
- ii) 強度 —— 温度 100℃ で 100 kg/cm²・G の圧力に十分耐える肉厚を有すること。
- iii) 内径 —— 4～8mmφ の内径を有するもので、適当な既製品とする。
- iv) 配管長 —— フローシート、プロットプランから積算すること。

(2) 温水配管

- i) 材質 —— 特に指定しないが、錆が生じないものであることが望ましい。
- ii) 強度 —— 温度 100℃ で 10 kg/cm・G の耐圧を有するもの
- iii) 内径 —— 6～10mmφ の内径を有するもので、適当な既製品とする。
- iv) 配管長 —— フローシート、プロットプランから積算すること。

(3) パージ配管 —— 温水配管に準じる

(4) ドレン配管

- i) 材質 —— SGP とする
- ii) 強度 —— 温水配管に準じる
- iii) 内径 —— 3/8^B ～ 1/2^B SGP
- iv) 配管長 —— フローシート、プロットプランから積算すること

(5) 計装配管 —— 市販計装用エア配管とする

3.5.2 継手

(1) プロセス配管継手

- i) プロセス配管の継ぎ方法は、原則として面あるいは線当りのねじ込み継手とする（袋ナットスリーブ方式）
- ii) 配管の継ぎは、できるだけ溶接をさけ、ねじ込み用のニップル、チーズ、クロス等を用いること。

(2) その他の配管

配管材に応じて、ソロバン玉継手、PTネジ等を使用すること。この場合、配管の取りはずしが容易なように、適当な場所にユニオンを入れること。

3.5.3 弁類

- (1) パネルに取付けるバルブにあっては、パネルからの脱着が容易であること。
- (2) スピンドル、弁座、グランドパッキン等の摩耗が少なく、堅牢でかつハンドル操作が軽いものであること。
- (3) その他の仕様についてはバルブ一覧表による（本報では省略する）

3.5.4 その他

- (1) 緊急放出弁のハンドルは赤色とすること
- (2) 詳細仕様については当研究所と打合せの上決定するものとする。

3.6 オペレーションパネル仕様書

3.6.1 構造

- (1) オペレーションパネルは装置組立計画図に示したように、設置機器の重量や振動に耐える機械的強度の十分な機器設置架台と、バルブ、圧力計等を配置した操作部とが一体となった構造のものとする。
- (2) オペレーションパネルには十分な強度を有する移動車を取付け移動可能なものとする。また平常時の固定用に固定足を設ける。さらに、クレーンによる移動用のため十分な強度を有するアイボルトを設けること。
- (3) オペレーションパネルの操作部（前面）には鉄板を張り、装置組立計画図に示したように、パネル取付型圧力計を取付け、バルブのハンドルを出すとともに、フローシートに記載されているフローのうち主要のフローおよび機器を図示するものとする。
- (4) 操作部の下部（前面）には、収納されている機器の作動監視および通風を良くするため、金網またはメッシュ板を取りはずしができるようにして張り付けるものとする。
- (5) 機器の据付、取はずしおよび保守が容易なように、架台の支柱はできる限り少なくすること。
- (6) 各ユニット接続用のボルト穴を設けること。
- (7) 架台上部には電気配線、計装配管配線用のピットを設けること。

3.6.2 その他

- (1) 塗装仕様は別途指定する。
- (2) 詳細仕様は当研究所と打合せの上決定するものとする。

3.7 計装・電源パネル仕様書

3.7.1 パネル構造

- (1) パネルはオペレーションパネルの上に設置する横型とし、オペレーションパネルから取りはずせる独立の構造とする。
- (2) パネルはできる限り気密な構造（防塵クラス）とし、背面には扉を設けること。
- (3) パネル内の機器とパネル外との機器を結ぶ電気配線、計装配線、計装用空気配線等は、全て背面扉下に設けるメタルコネクタ、カップリング等により接続するものとする。
- (4) パネルの形状、寸法は、収納する機器の大きさで異なるが、原則としては装置組立計画図に示した形状、寸法に準じるものとする。
- (5) パネルは平常時はボルト等でオペレーションパネルに固定するが、取はずしを考慮して十

分な強度を有するアイボルト（各パネルに4ヶ所）を取付けること。

3.7.2 電源部仕様

- (1) メイン電源（単相100V，必要なときは3相200V）のスイッチは3Eブレーカーとし，電圧計および表示灯を設けること。
- (2) 負荷側には，1つの負荷につき電磁開閉器（サーマルリレー付），超過目盛付電流計および表示灯（開閉2個），押スイッチ（開閉2個）を設けること。
- (3) 本体から既設分電盤アース端子までアースをとること。
- (4) 結線は十分な容量を有する被覆線を用いるとともに，充電部分にはカバー等を取付けること。
- (5) 電源部の扉が前面でパネルのスペースが狭い場合は，メイン電源のスイッチを内部に収納してもよい。
- (6) スイッチ，電圧計，電流計，表示灯およびメタルコネクタ取付口には名板を取付けること。

3.7.3 計装部仕様

- (1) 計装・電源パネルに取付ける計装機器は計装仕様書および装置組立計画図で指示されているものとする。
- (2) 計装機器の電源スイッチは，機器本体にスイッチが付属しているものには不要である。ただし，この場合電源部に計装機器用のノンヒューズブレーカーを設けるものとする。
- (3) アースは必ずとること。
- (4) 背面扉はあまり大きくとれないので，リレー，ヒューズ等の消耗品の設置場所は交換容易な場所とする。

3.7.4 その他

- (1) 塗装は焼付塗装とする。色は別途指定する。
- (2) 詳細仕様は当研究所と打合せの上決定するものとする。

3.8 工事仕様書

3.8.1 機器据付・組立工事

- (1) 機器の据付・組立にあたっては，回転機器による振動等を考慮するとともに，機器の取りはずし，交換，保守，点検等が容易であるように配慮すること。
- (2) 機器の配置等については承認図をもって決定する。
- (3) その他詳細については別途打合せの上決定するものとする。

3.8.2 計装・電気機器の取付・組立工事

- (1) 機器の取付配置については承認図をもって決定する。

- (2) その他詳細については別途打合せの上決定するものとする。

3.8.3 配管工事

- (1) プロセス配管はできるだけ短くかつ単純になるように機器の配置に配慮すること。
- (2) 配管工事は原則として工場で実施すること。
- (3) ガス循環・液循環ユニットから反応ユニットまでのプロセス配管は、液の送入と戻りおよびガスの送入と戻りの計4本とする。なおこの場合、配管は照射室壁の穴(スリーブ)を通すことになるが、放射線遮へいのため添付図(本報では省略)の要領で配管部の遮へいを行なうこと。
- (4) 配管のサポートは十分にとること。
- (5) その他詳細については別途打合せの上決定するものとする。

3.8.4 計装用空気配管および配線工事

- (1) 現地における空気配管工事は既設エアコンから各ユニットまでとする(プロットプラン参照)
- (2) 現地における計装配線工事は、照射室内の反応ユニット温度検出端から各ユニット計装・電源パネル背面コネクターまでの補償導線の配線のみである。
- (3) その他の計装配管・配線工事は貴社工場にて行なうものとする。
- (4) 詳細については別途打合せの上決定するものとする。

3.8.5 電気配線工事

- (1) 現地における電気配線工事は既設分電盤から各ユニット電源部までである。この配線は薄鋼配管で行なうものとする。
- (2) その他の電気配線は貴社工場にて行なうものとする。
- (3) 詳細については別途打合せの上決定するものとする。

3.8.6 保温工事

- (1) モノマー供給ユニットには保温を要する個所はない。
- (2) ガス循環・液循環ユニットでは、ドレンラインとパージラインを除く全てのプロセスラインに火傷防止程度の保温を行なう。また、ガスの循環ラインには、ガスの液化を防止するため温水トレースまたは電熱ヒーターによるトレースを行なうこと。
- (3) ラテックス拔出・水送入ユニットでは、ドレンライン、パージライン、窒素ラインを除く全てのプロセスラインに火傷防止程度の保温を行なうこと。
- (4) 組成制御ユニットでは保温を要する個所はない。
- (5) 反応ユニットでは、ガス循環・液循環ユニットからの液とガスの送入、戻りラインに火傷防止程度の保温を行なうこと。
- (6) 温水ラインには全て保温を行なうこと。
- (7) その他詳細については別途打合せの上決定する。

3.9 検査仕様書

3.9.1 工場立会検査

- (1) 検査場所 —— 貴社製作工場とする
- (2) 検査時間 —— 装置納入前の適当な時期とする
- (3) 検査内容 —— 寸法検査, 外観検査, 気密試験, 水圧試験

3.9.2 試運転総合検査

- (1) 検査場所 —— 当研究所装置設置場所
- (2) 検査時間 —— 装置の組立, 据付, 調整等が終ってから適当な時期
- (3) 検査内容 —— 減圧気密試験, 加圧気密試験(ユニット毎および装置全体の加圧部分), 作動テスト(機器, 計装および制御機器)および総合性能試験(窒素ガスと水を使用する)

3.9.3 その他の検査

- (1) 材料試験 —— 高圧機器に用いる材料(材料メーカーのミルシートでも可)
- (2) カラーチェック — 高圧機器にあつて溶接するものについては, 溶接一層毎にカラーチェックを実施すること
- (3) 非破壊検査 —— 貴社が必要と認める機器について実施すること
- (4) その他の検査 — 別途打合せの上決定する

3.10 提出書類

表3・6に示した書類を提出すること。

表 3・6 提出書類一覧表

書類等の名称	対 象	部数	備 考
承認 図	製作機器図, 配線配管図 装置組立図 その他必要な図面	6 部	一般市販品等にあつてはカタログ図面 面等でも可
強度計算書	圧力機器・弁類・配管等 その他強度上の安全性の確認を要す る機器・物体等	6 部	
ミルシート	圧力機器の製作に用いる材料	6 部	
安全弁試験成績表	安全弁・破裂板・逃し弁等の吹出・ 吹上り圧力, 吹出能力	6 部	吹出能力は計算書でも可
気密試験成績表	圧力容器・槽類	6 部	
水圧試験成績表	同 上	6 部	
性能試験成績表	圧縮機・ポンプ類 計装機器等	6 部	
その他の試験・ 検査成績表		6 部	
取扱い説明書	特殊な機器で取扱いが難かしいもの 安全上必要なもの	6 部	
完 成 図	承認図にあつては最終図 その他の最終図又は書類	6 部	承認図にあつては訂正した図面のみ
35 mm マイクロフィルム	全ての最終図・書類等	1 式	
装置図面集		2 部	図面(縮少又は分割したもの)計算書 成績表等を A 5 版に製本したもの

4. 装置完成に至る経緯

4.1 発注先の検討

3章に示した仕様で見積りを依頼したところ、2社からの引合い希望があり、見積り額は2社ともほぼ同じであった。

さらに、2社と個別に技術的な打合せを行なった結果次のことが明らかとなった。

(A社について)

- i) 現在のところ、特に技術上問題になる点はない。
- ii) 当研究所への納入実績は多く、また高圧機器の製作技術も優れている。

(B社について)

- i) 高圧装置の製作、納入実績に乏しい
- ii) 循環ポンプなど本仕様を満すポンプを製作することができない。
- iii) 実際に圧力容器等を製作する下請会社は、圧力容器製造の認定工場ではない。

以上のことから、本装置の発注先としてA社を選んだ。しかし、見積り額は予算をはるかに上まわっており、金額の面から仕様の再検討が必要となった。

4.2 装置仕様等の再検討

真空ポンプ、ボンベ類を除き全ての機器を新規製作・購入として見積りを依頼したため、ある程度の超過は予想していたものの、提出された見積り額は当初の予定の予算額をかなり超えたものであった。このため、①手持ちの機器で使用できるものはできるだけ支給する、②フローシートの見直しを行ない、重要度の低い機器、バルブ等を削減する、③測定法、制御方法についても見直しを行なう、などの方針で装置仕様等の再検討を行なった。この結果、フローの一部、機番、バルブ番号等が変更になった。

以下、各ユニットについて主要な変更点を記す。

4.2.1 モノマー供給ユニットの仕様変更

- (1) モノマーポンペを1部改造して支給する。
- (2) モノマーポンペを一定温度で加熱するため、加熱冷却槽にヒーターと温水攪拌ポンプを追加する。またこの温度制御のため、記録計に警報接点を設ける。
- (3) 組成制御用ポンプおよびモノマーポンペ等を組成制御ユニットから移す。この結果、多元共重合も可能なモノマー供給ユニットとなる。
- (4) ストレインゲージ型圧力計 (PR-1) を削除する
- (5) 圧力記録調節計 (PRC-1) の検出部以外を支給する
- (6) 流量記録調節計 (FRC-1) の全てを支給とする

4.2.2 ガス循環・液循環ユニットの仕様変更

- (1) 液循環ポンプの機種がダイヤフラム型の定量ポンプとなったので、流量記録調節計(FRC-3)、検出部(FT-3)および調節弁(FCV-3)が不用となる。
- (2) ガスおよび液のサンプリング方法を変更した。
- (3) 気液分離槽に液面計を支給し取付ける。
- (4) ガスの流量記録調節計(FRC-2)および検出部(FT-2)を支給する。

4.2.3 ラテックス抽出・水送入ユニットの仕様変更

- (1) 水送入ポンプ(P-5)の型式が2連のダイヤフラム型ポンプと決定したので、ラテックスの抽出法が変更になり1次圧調節弁(PCV-5)、2次圧調節弁(PCV-6)が不要となった。このため乳化破壊防止用の減圧コイルを追加する。
- (2) ラテックス濃度記録計(CR-1)は高価であり、また気液混相状態での測定が困難であるので削除する。
- (3) ラテックス貯槽(V-9A, B)および水貯槽(V-10A, B)にヒーターおよび温水ジャケットを取付け温度コントロールができる構造とする。また、液面記録計は高価でありかつ精度が期待できないので、ガラス製のレベルゲージに変更する。なおこの場合、液面がパネル側で監視できるようレベルゲージはオペレーションパネルに設置するものとする。また、これらの貯槽には、バブリング用窒素流量が監視できるよう、流量計を取付ける。

4.2.4 組成制御ユニットの仕様変更

- (1) 組成制御用モノマーの送システムをモノマー供給ユニットに移し、組成制御ユニットは気相モノマーの組成分析および判定の機能のみとする。
- (2) 気相モノマーの組成分析はガスクロでも十分短時間で行なえること、赤外線ガス分析計は高価であることから、赤外線ガス分析計の設置はとりやめる。

4.2.5 反応ユニットの仕様変更

- (1) 配管等の閉塞による圧上昇を防止するため、反応器入口ラインにラプチャーディスクを取付ける。反応ユニットではこれ以外の変更はない。

4.2.6 温水ユニットの仕様変更

- (1) 温水の流路を変更する。すなわち、従来のパラレルの流路では各々のジャケットに流れる温水量を均一にすることが難かしいので、圧損は若干大きくなるがシリーズの流路に変更する。
- (2) 温水タンク(M-7)および温水ポンプ(P-8)を支給とする。また、冷水タンクを追加支給し、低温での反応が可能ないように温水と冷水が切替えて使用できるようにラインを変更する。
- (3) 温水タンクおよび冷水タンク内の温度を均一にするため、それぞれに循環ポンプを設ける。また温度制御および指示のための計器を全て支給とする。

4.3 付帯設備等

本装置の設置に先立ち、既設ブライン槽および配管の撤去、パーズラインの変更、ドレンラインの新設、計装用エアコンの設置等の工事が必要となった。

既設ブライン槽は従来の実験の温度コントロール用に用いていたもので、設置場所が本実験装置と重なるため、また温水タンクおよび冷水タンクを本実験装置に組込むため撤去することになったものである。

従来のパーズラインは、照射室内からスリーブを通して照射室外へ導き、建屋の壁づたいに配管してあったが、その一部がクレーン操作の邪魔になること、本装置からのパーズラインを新設する必要があること、第3開発室に於いても照射室内から屋外へのパーズラインが必要になったこと、などの理由で、床にトレンチを新設しこのトレンチを通してパーズライン、ドレンラインおよび計装用エアラインを敷設することにした。

本装置には空気計装機器を用いるため空気圧縮機が必要である。空気圧縮機は手持ちのもの（日立小型空気圧縮機、BU-7T(N)型、740ℓ/min、Max 7 kg/cm²・G、3φ 200 V 5.5 KW）を使用するが、騒音防止のため設置場所は空調機械室としたため、新たに電源が必要となった。

これらの付帯設備に係る工事は当研究所工務課が主体となって進められた。

図4・1に配管、配線、トレンチ敷設図を、図4・2にトレンチ断面図を、また図4・3には空気圧縮機用操作盤の形状とシーケンスを示した。

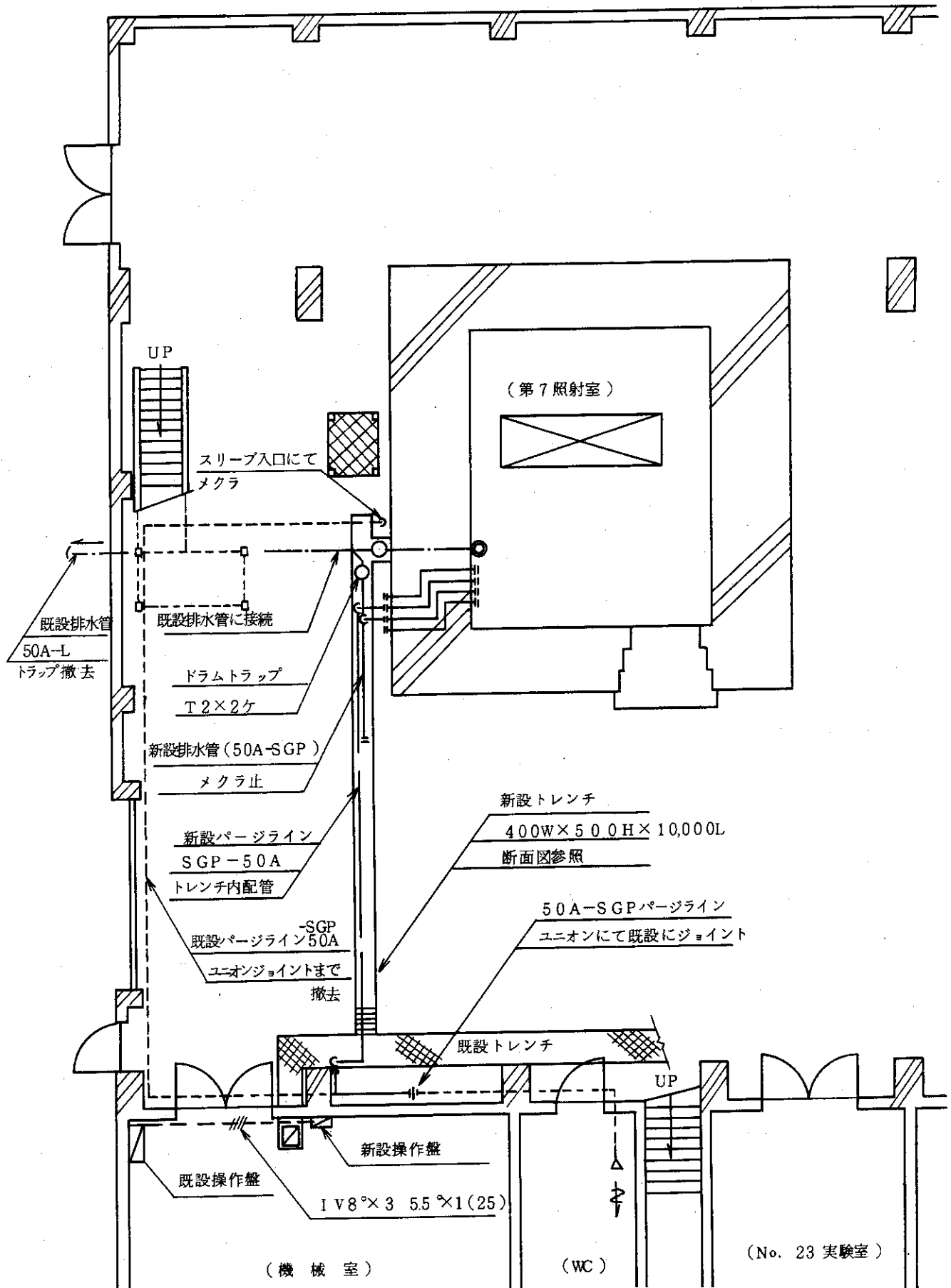


図 4.1 配管, 配線, トレンチ敷設図 (付帯工事)

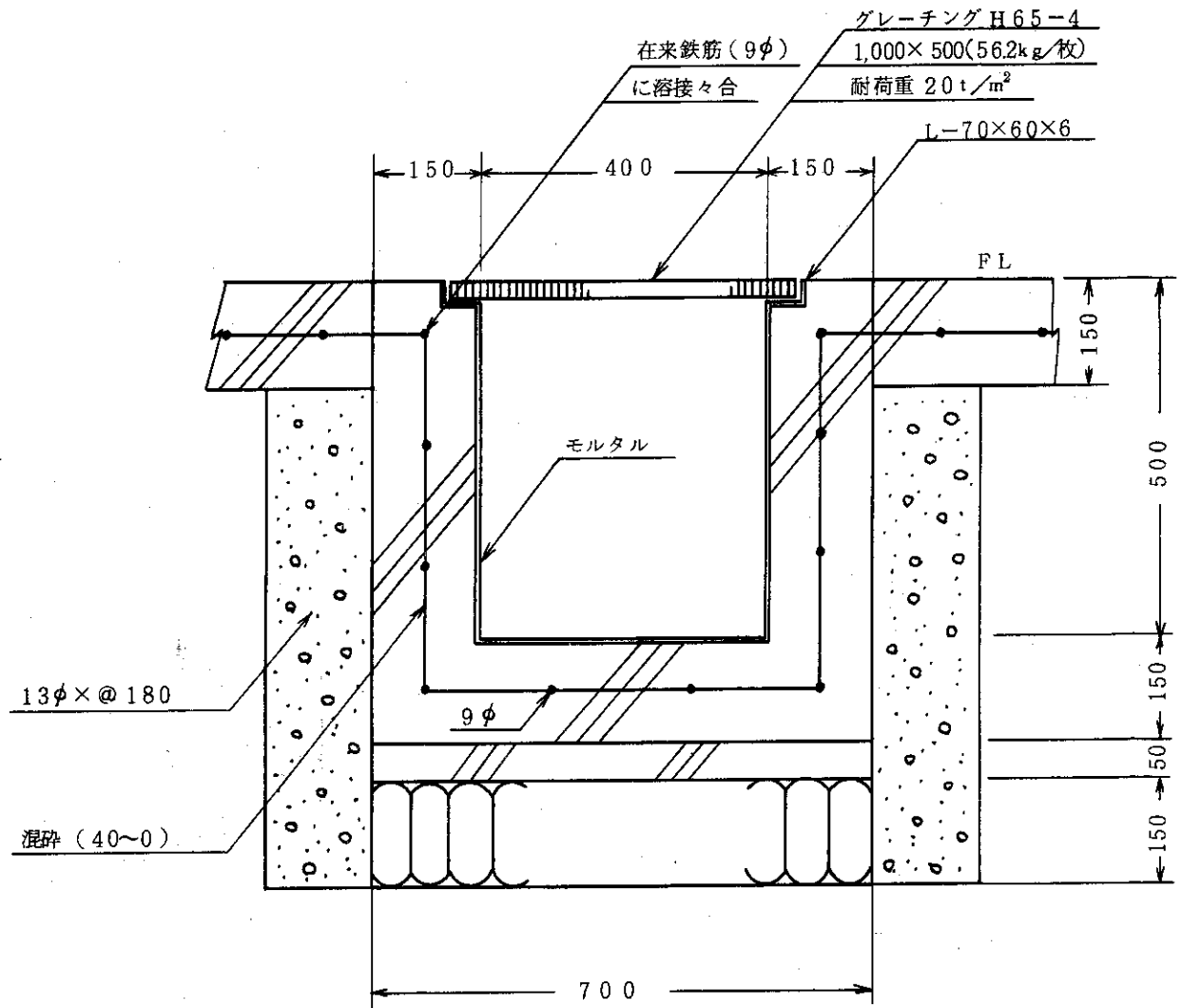


図4.2 トレンチ断面図

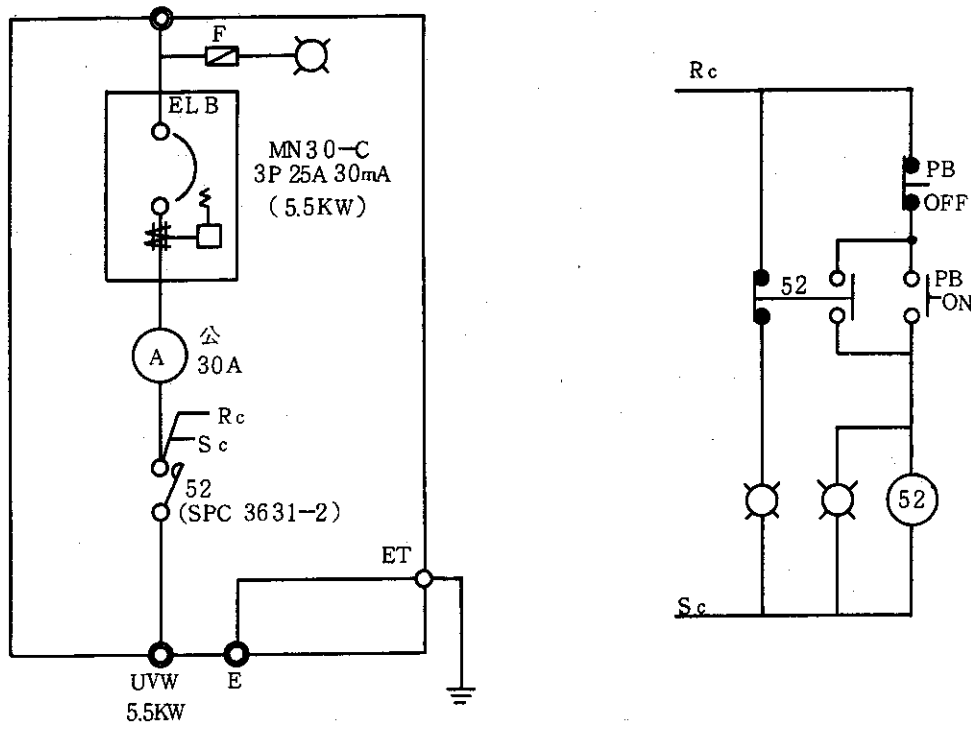
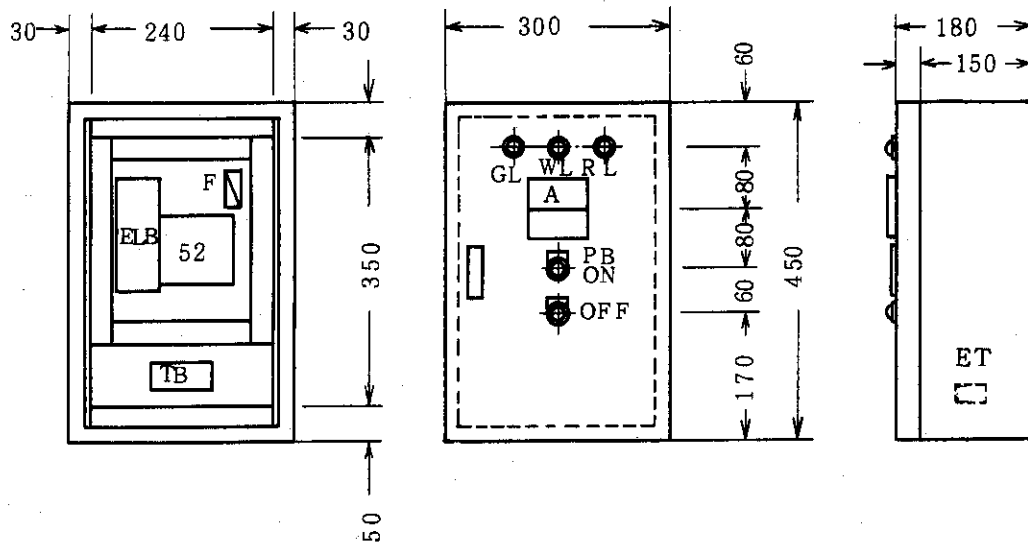


图 4.3 空气压缩机用操作盘

5. 最終仕様と製作・完成図

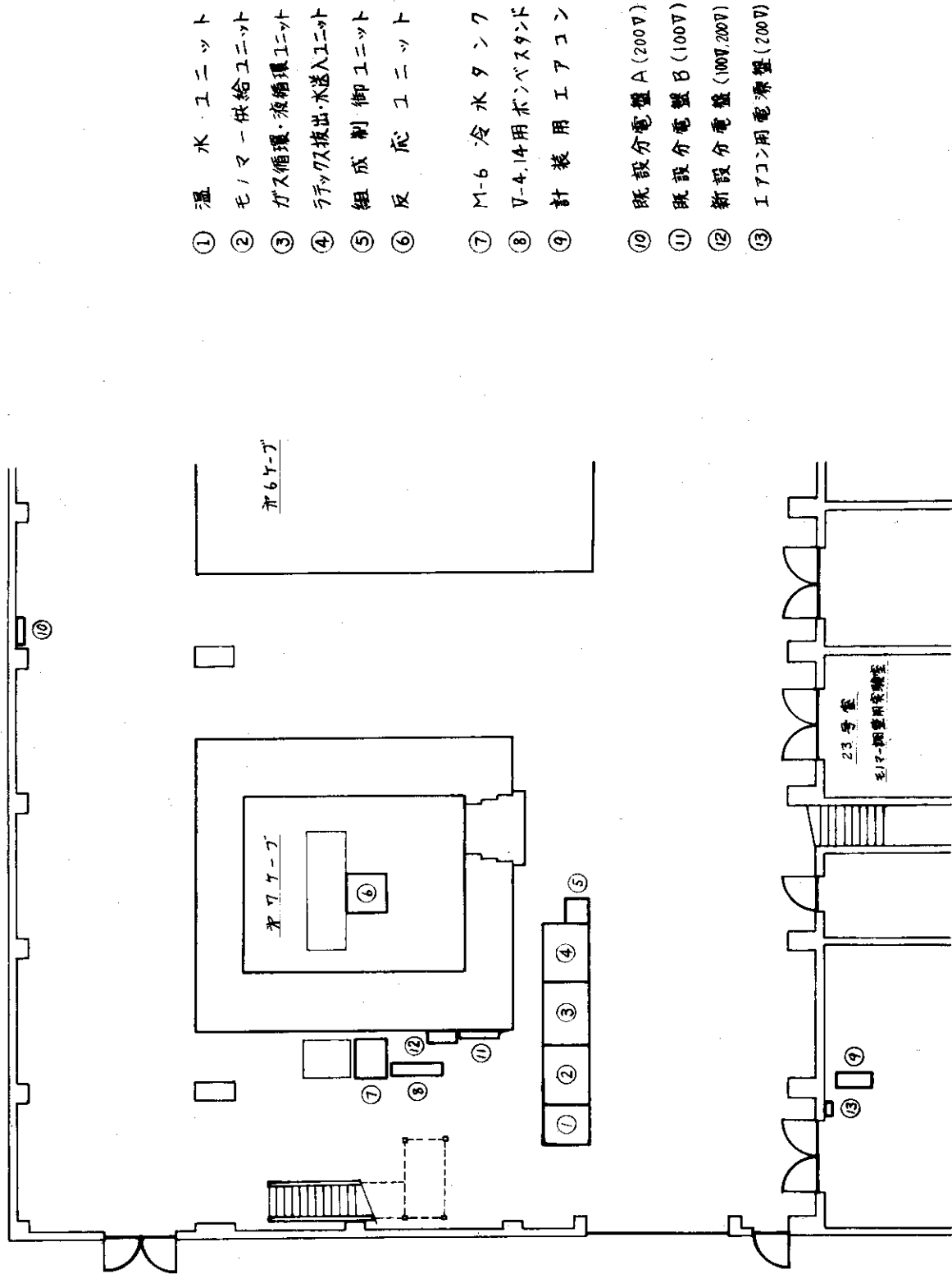
5.1 全体配置図

図5・1参照

本装置はコバルト2棟第7照射室に設置した。図5・1に示したように、反応ユニットのみが照射室内に設置され(写真1,2参照)、その他の装置本体は温水ユニット、モノマー供給ユニット、ガス循環・液循環ユニット、ラテックス拔出・水送入ユニットの順に並べ、照射室東側に一体の装置として設置した(写真3参照)。これらの装置の大きさは、全体で横幅6.2m、奥行1.2m高さ1.8mで、当初の計画より横幅で1m、奥行で0.2m大きくなった。

計装用エアコンは、騒音を防止するため別室に設置し、エアコンからの空気配管は新設したトレンチを通して行なった。また、冷水タンク(M-6)および窒素ポンベ等は図に示したように配置し、これらの配管もトレンチを通して行なった。

また、本装置に使用した電源は図5・1に示したとおりで、3相200Vは容量の都合で既設分電盤Aから既設トレンチを通して新設分電盤まで配線して用いたが、100Vの電源は横の既設分電盤Bを用いた。



- ① 温水ユニット
- ② モノマー供給ユニット
- ③ ガス循環・液循環ユニット
- ④ ラヂオ抜出・水送入ユニット
- ⑤ 組成制御ユニット
- ⑥ 反応ユニット
- ⑦ M-6 冷水タンク
- ⑧ V-4.14用ポンプスタンド
- ⑨ 計装用エアコン
- ⑩ 既設分電盤A(200V)
- ⑪ 既設分電盤B(100V)
- ⑫ 新設分電盤(100V,200V)
- ⑬ I7コン用電線盤(200V)

図5・1 全体配置図



写真1 反応ユニット

照射位置に設置したところ。左側の4基が槽型反応器で、その前面（右側）には管型反応器が取付けてある。線源（板状）はプール下部から上昇し、照射時は管型反応器の右側に位置する。

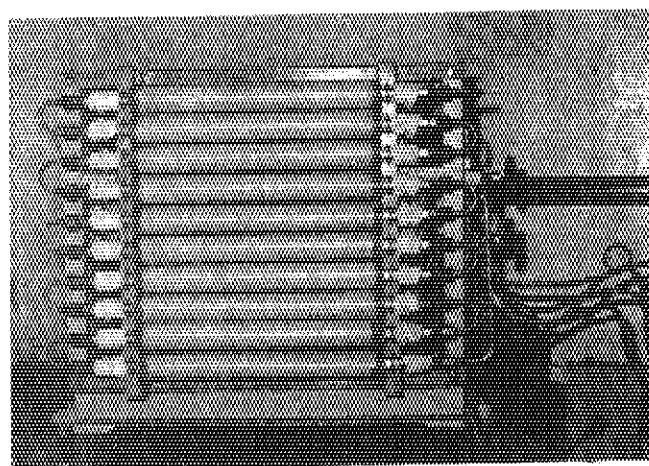


写真2 管型反応器（正面から撮影）

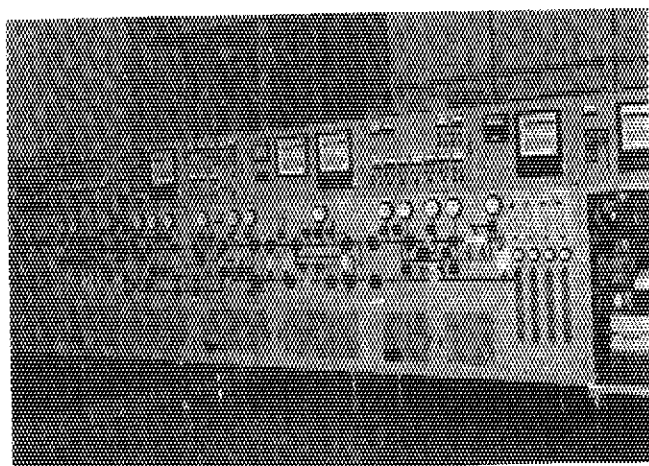


写真3 連続重合反応装置

写真左側から温水ユニット、モノマー供給ユニット、ガス循環、液循環ユニット・ラテックス抽出、水送入ユニット、組成制御ユニット。写真右後方が照射室で、反応ユニットが設置してある。

写真3 連続重合反応装置

5.2 モノマー供給ユニット

5.2.1 ユニットの概要と機能

フローシート - - - - - 図 5・2 に示した
 本体組立図 - - - - - 図 5・3 に示した
 電源・計装パネル外形図 - - - - 図 5・4 に示した
 電源・計装シーケンス - - - - 図 5・5 に示した

図 5・2 に示したように、モノマー供給ユニットはモノマーポンベ (V-1~3)、組成制御用モノマーポンベ (V-5, 6)、モノマー供給ポンプ (P-5)、組成制御用ポンプ (P-6, 7)、真空ポンプ (P-4) 等の機器と、圧力、温度および流量の制御、記録のための計装機器から構成されている。

本ユニットの機能はモノマーを反応系に供給することで、条件および操作方法に応じた種々の供給方法が可能である。たとえば反応圧力がモノマーポンベ内の圧力よりも高い場合はモノマー供給ポンプ (P-5) で昇圧し、反応圧力を一定に保つときは PRCA-1 と PCV-1 で、モノマーの送入速度を一定に保つときは FRC-1 と PCV-1 で調節してモノマーを供給することができる。また、反応圧力がモノマーポンベ内の圧力より低い場合は、PCV-2 の二次圧調節弁で減圧したのち、必要に応じて圧力および流量を制御してモノマーを供給することもできる。さらに、多元共重合を行なう場合などは、P-6 および P-7 の組成制御用ポンプを用いて他成分のモノマーを供給することも可能である。

モノマー供給用のポンプ (P-5, 6, 7) は全てプランジャー型のポンプなので、配管の閉塞や誤操作などで吐出圧が急激に上昇することが予想される。このため吐出ラインに圧力接点およびプレッシャースイッチ (PRCA-1, PIS-1, 2) を設け、圧力を設定値以上に上昇した場合、ただちにポンプの作動が停止するようにした。また、フレームアレスター、逆止弁、安全弁、圧力計元バルブなどを設け、安全性に対して配慮した。

図 5・3 の組立図に示したように、ポンプ類は全て前面に配置し、プランジャーポンプのグランドや逆止弁等の交換は前面扉を開いて行なえるように配慮した。また、モノマーポンベを入れるための加熱冷却槽 (M-1~3, 11) は背面に配置し、モノマーポンベの出入れを容易にするため後側に傾斜できる構造とした。

モノマー供給ユニットだけでなく、ガス循環・液循環ユニット、ラテックス拔出・水送入ユニットおよび温水ユニットも全て同じであるが、ユニット後側には電気配線用ピットおよびプロセス配管、温水配管のためのサポートを設置した。

図 5・4 に示したように、電気・計装パネルの前面にはメーター、スイッチ、記録計等を配置し、背面の扉下には全ての入出力端子接続用のメタルコネクターおよび計装用空気配管接続用のフレヤードユニオンを取付け、取りはずしが可能な構造とした。

図 5・5 のシーケンスで明らかなように、全て電動機回路にはサーマルリレーを入れ、また、モノマー供給ポンプ (P-5) の回路にはプレッシャースイッチによる停止、警報ブザー、フリッカー機構を入れ、安全を期した。組成制御用ポンプ (P-6, 7) は組成制御ユニットからの信号による自動操作の他、手動操作でも作動できるようにした。

スペースの都合でモノマー供給ユニットには設けなかったが、他のユニットには100V, 200Vの予備の回路を設けておいた。

5.2.2 機器の仕様

(1) モノマーボンベ (V-1)

図5・6参照

図5・6に示すように、モノマーボンベには気相、液相の両方が抜出せるようにノズルを2ヶ所設けた。気相抜き出し部には圧力計と破裂板が取り付けられる構造とした。また本体ボスおよび液抜き部のネジはW20, 16山とし、機を取付けられるように配慮した。

主要な仕様は次のとおり

製作所	——	多摩精器工業(株)
内容積	——	5 ℓ
設計圧力	——	150 kg/cm ² ・G
設計温度	——	-198~100℃
材 質	——	SUS 304
検 査	——	気密検査, 水圧検査, X線検査

(2) モノマーボンベ (V-2, 3)

図5・7参照

V-2, 3のモノマーボンベの本体は既設のものを支給し、ボスのネジ部のみ改造した。ノズル部についてはV-1と同様の仕様で新規製作とした。

主要な仕様は次のとおり

製作所	——	本 体	日東オートクレーブ(株)
		ノズル部	多摩精器工業(株)
内容積	——	5 ℓ	
設計圧力	——	140 kg/cm ² ・G	
設計温度	——	-198℃~100℃	
材 質	——	SUS 304	
検 査	——	気密検査, 水圧検査	

(3) 組成制御用モノマーボンベ (V-5, 6)

図5・8参照

図5・8に示したように、内容積を2ℓとした以外はモノマーボンベ(V-1)と同じ仕様で製作した。

出要な仕様は次のとおり

製作所	——	多摩精器工業(株)
内容積	——	2 ℓ
設計圧力	——	150 kg/cm ² ・G
設計温度	——	-198~100℃
材 質	——	SUS 304
検 査	——	気密検査, 水圧検査, X線検査

(4) 加熱冷却槽 (M-1~3, M-11)

図5・9, 5・10参照

加熱冷却槽はモノマーボンベを温湯で加熱または液体窒素等で冷却するためのもので、図5・9

5・10に示したように、ステンレス張りした槽本体、加熱用のヒーター（H-1～4）、温水を循環するためのポンプ（P-1～3, P-14）等が一体となっている。温水の温度は熱電対（TRC-1～3, TRC-6）で測定し、記録計（REC-1）の警報接点を利用したヒーターのON, OFFによって制御される。

主要な仕様は次のとおり

製作所 —— 多摩精器工業（株）
 寸法等 —— M-1～3 200×200×600^H
 M-11 150×300×600^H
 設計温度 —— -198～100℃
 材質 —— 構造部L鋼, ラワン板, ステンレス（1mmt）張り
 ポンプ —— イワキラボポンプLP-20N型
 ヒーター —— シーズヒーター（1φ 200V 2KW）, 昭和電機（株）製

(5) 真空ポンプ（P-4）

真空ポンプはモノマー供給ユニットおよびガス循環・液循環ユニットの系内を脱気するためのもので、既設のものを転用した。脱気ラインにはコールドトラップとリークバルブを設けた。

主要な仕様は次のとおり

製作所 —— 徳田製作所
 型式 —— TYPE RP-600BG
 排気速度 —— 600 l/min
 到達圧力 —— 10^{-4} Torr
 モーター —— 3φ 200V 0.75 KW

(6) モノマー供給ポンプ（P-5）

図5・11 参照

モノマー供給ポンプはプランジャータイプの無脈動式定量ポンプで、リングコーン無段速機による吐出量の調節が可能である。

主要な仕様は次のとおり

製作所 —— 本体 多摩精器工業（株）
 変速機 シンポ工業（株）
 型式 —— PLG-SN9
 吐出量 —— 1～10 l/hr
 吐出圧 —— Max 100 kg/cm²・G
 材質 —— 接液部 SUS 304
 プランジャー SUS 304 硬質クロムメッキ仕上げ
 弁, 弁座 SUS 316
 グランドパッキン カーベスト#112
 モーター —— 3φ 200V 0.4 KW 安増
 変速機 —— リングコーン（シンポ工業, NS400）

(7) 組成制御用ポンプ（P-6）

P-6の組成制御用ポンプはストローク調節型のプランジャーポンプで、既設のものを転用した。

主要な仕様は以下のとおり

製作所 —— 鈴木商工(株)
 型式 —— TYPE-MCS
 吐出量 —— 60~600cc/hr
 吐出圧 —— Max 150 kg/cm²・G
 材質 —— SUS 304
 モーター —— 3φ 200V 0.2KW 防爆型(eG3)

(8) 組成制御用ポンプ(P-7)

図5・12参照

P-7の組成制御用ポンプは無段変速機による吐出量の調節が可能なプランジャーポンプで、新規に製作したものである。

主要な仕様は次のとおり

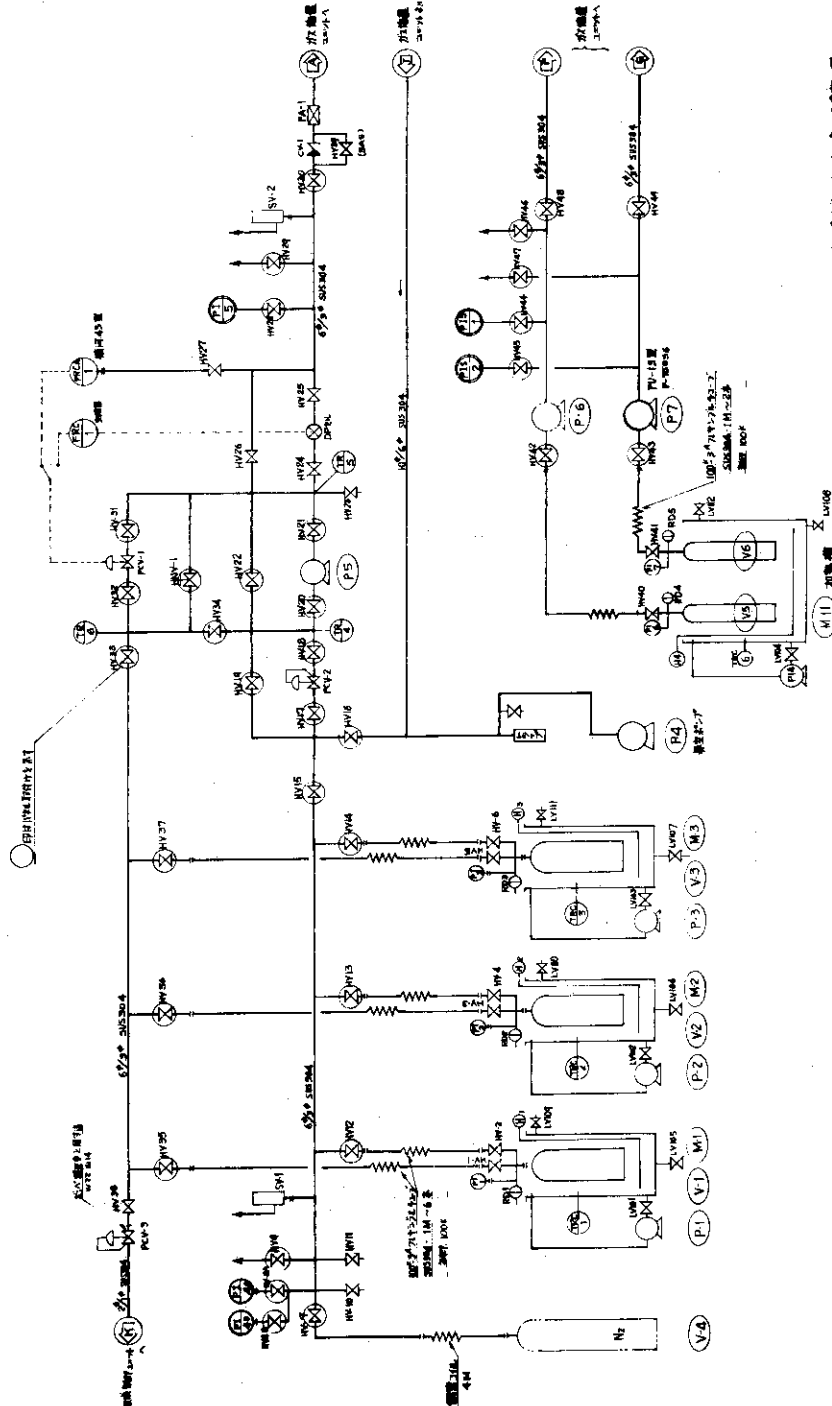
製作所 —— 多摩精器工業(株)
 型式 —— PU-1S7
 吐出量 —— 0.1~1 l/hr
 吐出圧 —— Max 100 kg/cm²・G
 材質 —— 接液部 SUS 304
 プランジャー SUS 304 硬質クロムメッキ仕上げ
 弁, 弁座 SUS 316
 グランドパッキン カーベスト#112
 モーター —— 3φ 200V 0.4KW 安増
 変速機 —— バイエル(0.5 AM, 住友重機械工業製)

仕様

適用圧力	MAX. 100 kg/cm ²
最大圧力	MAX. 100 kg/cm ²
温度	100 °C
材質	SUS 304
数量	1 SET

記号	記号	材質
P1~3	液体燃料の圧力調整弁 (L200)	FRP
P4	液体燃料の流量調整弁 (空気支持用)	FRP
P5	燃料の流量調整弁 (空気支持用)	FRP
P6	燃料の流量調整弁 (空気支持用)	FRP
P7	燃料の流量調整弁 (空気支持用)	FRP
V1~3	燃料の流量調整弁 (空気支持用)	FRP
V4	N ₂ 弁	FRP
V5~6	燃料の流量調整弁 (空気支持用)	FRP
M1~3	燃料ポンプ	FRP
M11	燃料ポンプ	FRP
M11~3	燃料ポンプ (空気支持用)	FRP
MV1	燃料の流量調整弁 (空気支持用)	FRP
MV1~12	燃料の流量調整弁 (空気支持用)	FRP
CV1	燃料の流量調整弁 (空気支持用)	FRP
FA1	燃料の流量調整弁 (空気支持用)	FRP
PCV1	燃料の流量調整弁 (空気支持用)	FRP
PCV2	燃料の流量調整弁 (空気支持用)	FRP
PCV3	燃料の流量調整弁 (空気支持用)	FRP
SV1~2	燃料の流量調整弁 (空気支持用)	FRP
TRC1	燃料の流量調整弁 (空気支持用)	FRP
TRC1~3	燃料の流量調整弁 (空気支持用)	FRP
TRC1~4	燃料の流量調整弁 (空気支持用)	FRP
TRC1~6	燃料の流量調整弁 (空気支持用)	FRP
TRC1~7	燃料の流量調整弁 (空気支持用)	FRP

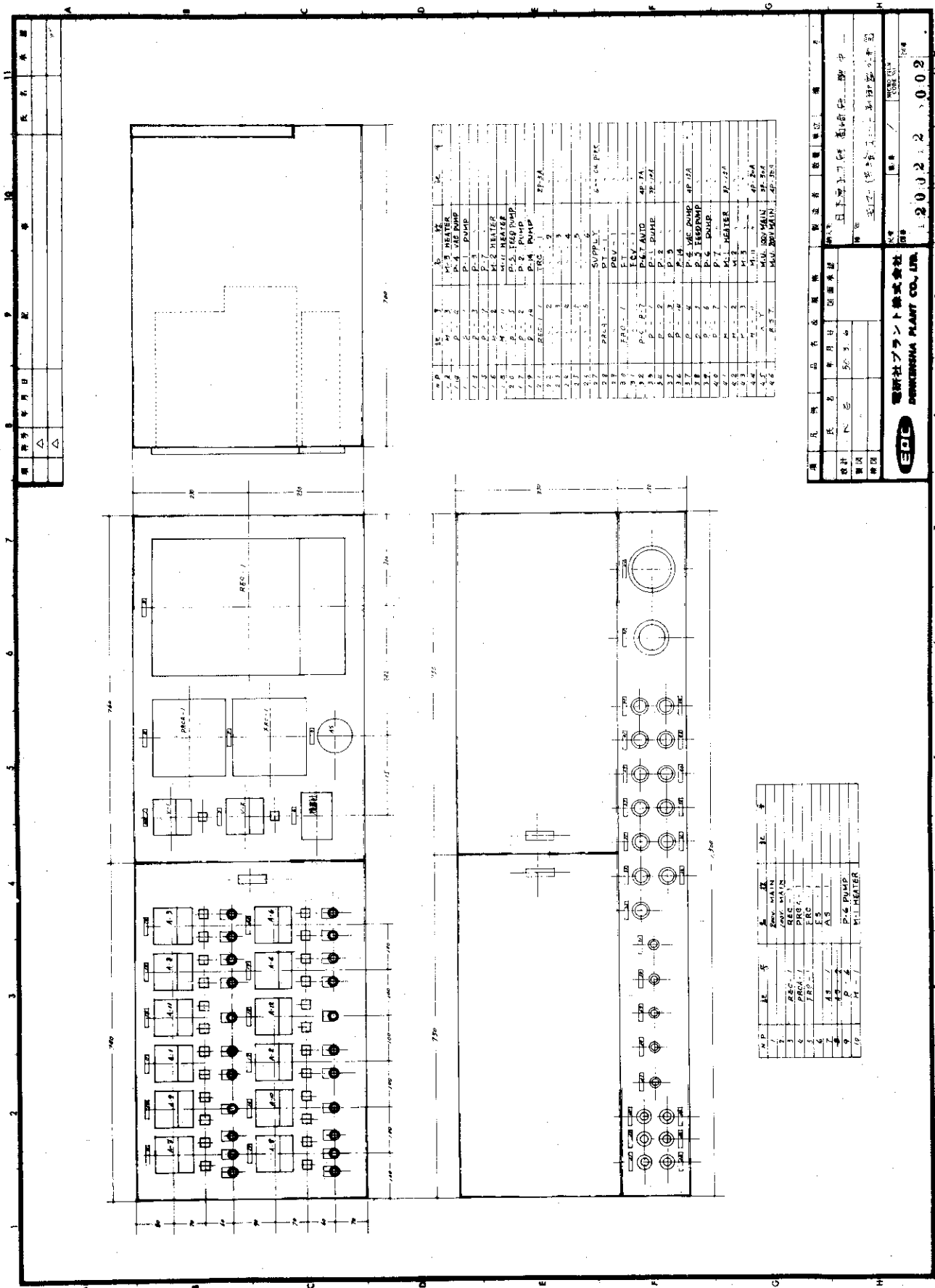
品名	品名	材質	台数
名称	モノマー供給ユニットフローシート		
図番	H76025-	FRP	/
配管	材料	FRP	/
納入先	日本原子力研究所 高エネルギー工学部		
数量	1 SET		



SCALE: 1/10 (縦向き) 1/10 (横向き)

○: 標準品 (L200) 1/10 (横向き)

図 5・2 モノマー供給ユニットフローシート



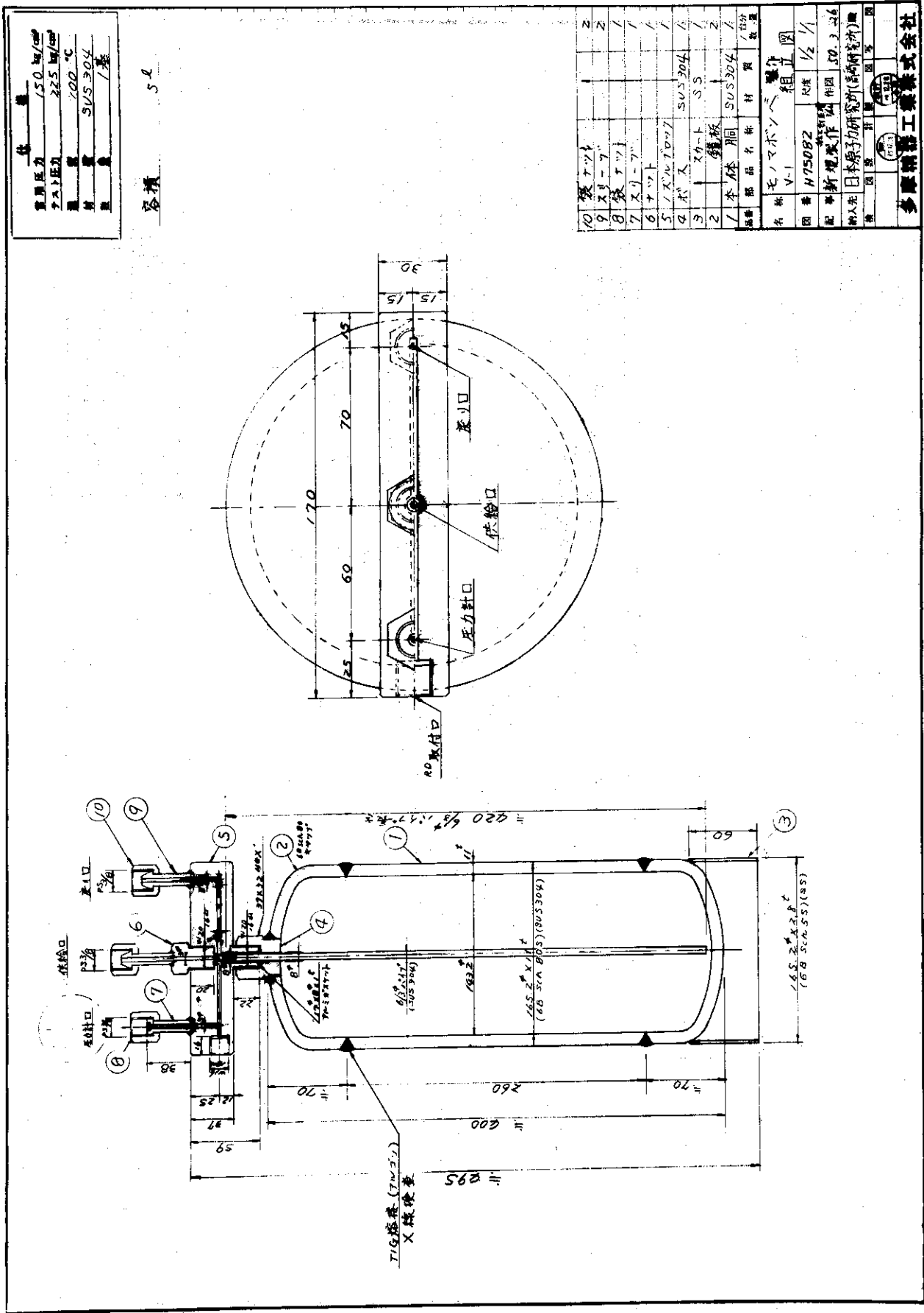
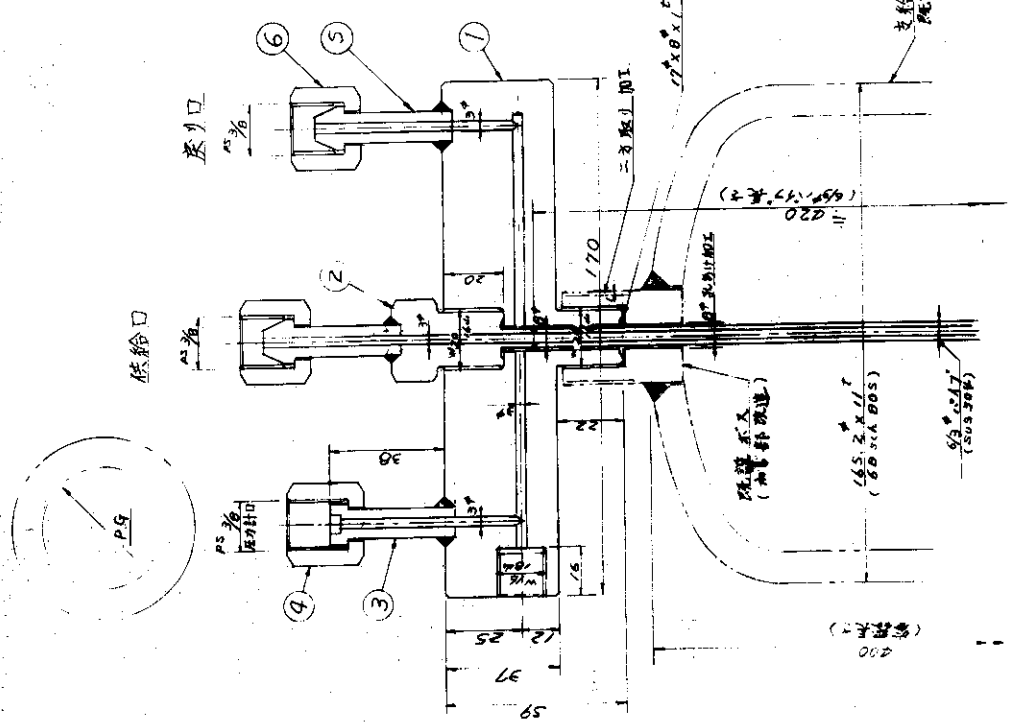
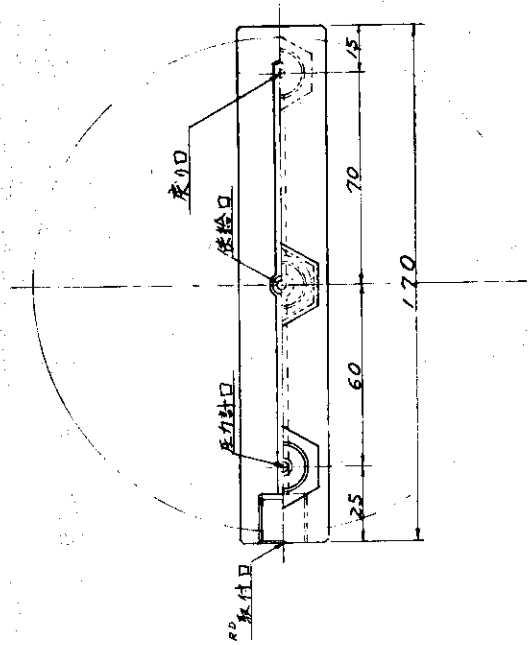


図5・6 モノマポンベ (V-1)

仕	機
電圧	160 W/cm ²
圧力	210 kg/cm ²
温度	100 °C
材質	SUS304
数量	3 基



6	戻り口	1	2
5	送給口	1	2
4	圧力計口	1	1
3	圧力計口	1	1
2	圧力計口	1	1
1	圧力計口	1	1
部品名称		材質	数量
モノマーポンペ			
図番	1/20 x 1/20 x 1/20	尺度	1/1
製作	訂正済	作図	50.3.24
納入先	日本原子力研究所		
製図	計	製図	50.3.24
製図	計	製図	50.3.24

多摩精工工業株式会社

図 5・7 モノマーポンペ (V-2, 3)

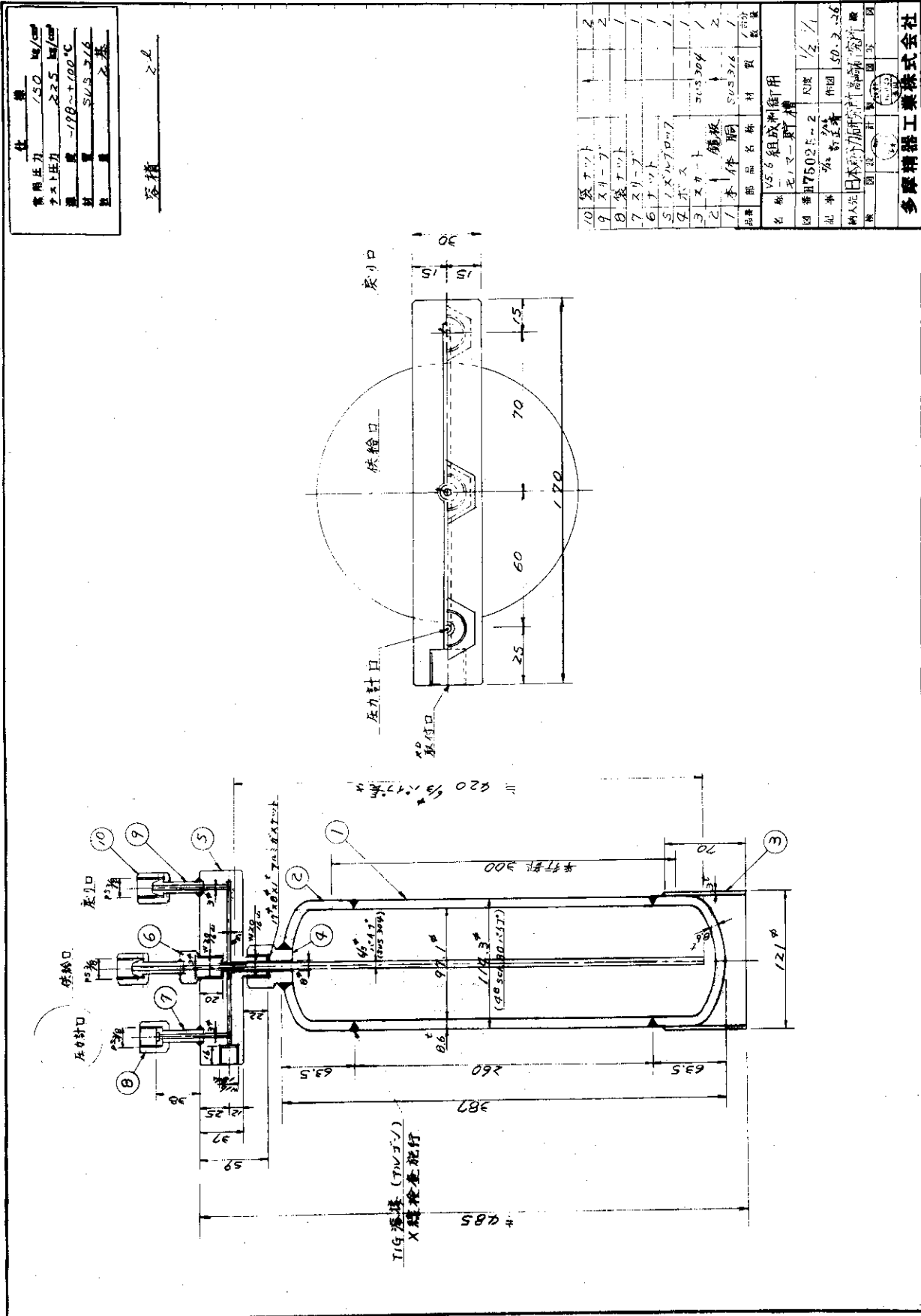
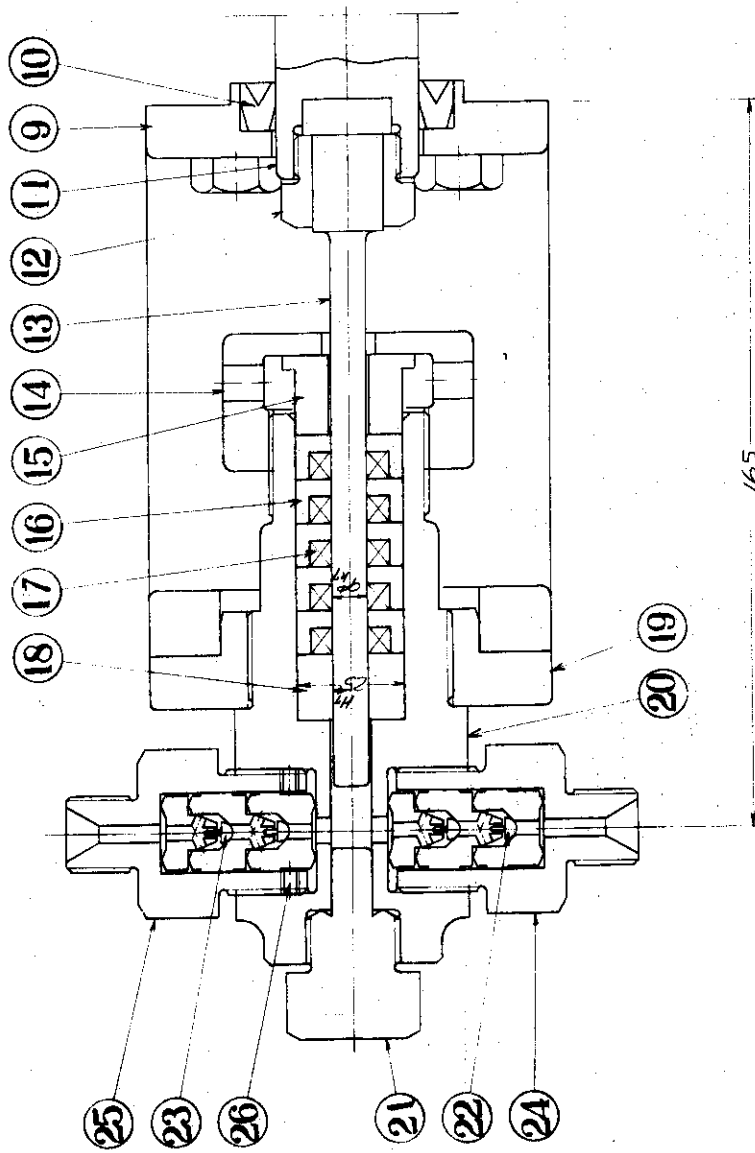


図 5・8 組成制御用モノマーポンベ(V-5, 6)

26	セツトピース	SUS 304	4
25	吐出弁ケース	SUS 304	2
24	吸入弁ケース	SUS 304	2
23	吐出弁 (PV-3)	SUS 316	2式
22	吸入弁 (PV-3)	SUS 316	2式
21	シリンダ-ヘッド	SUS 304	2
20	シリンダ-	SUS 304	2
19	シリンダ-押之	SUS 304	2
18	ネックアッラエ	チフロン	2
17	クラフトパッキン	カーベスト/2	10
16	リングパッキン	チフロン	10
15	パッキン押之	SUS 304	2
14	クラフトナット	SUS 304	2
13	フランジ	SUS 304 H.0117*	2
12	フランジ-押之	SUS 304	2
11	ロッド	S55C	2
10	オイルシール	WBR KY-32	2
9	シリンダ-受付	SS-41	2

品番	部品名称	材質	1台分数量
名称	PLG-SN9型 1~10% 100% 2%		
図番	P-75235	寸法	1/1
記事	P-5	作図	50.2.7
納入先	日本原子力研究所 高橋研究所 製		
検	設計	製図	号
	検査	検査	

多摩精器工業株式会社



165
65
クランプ付ノ構成寸法

図 5・11B モノマー供給ポンプ構造図 (P-5)

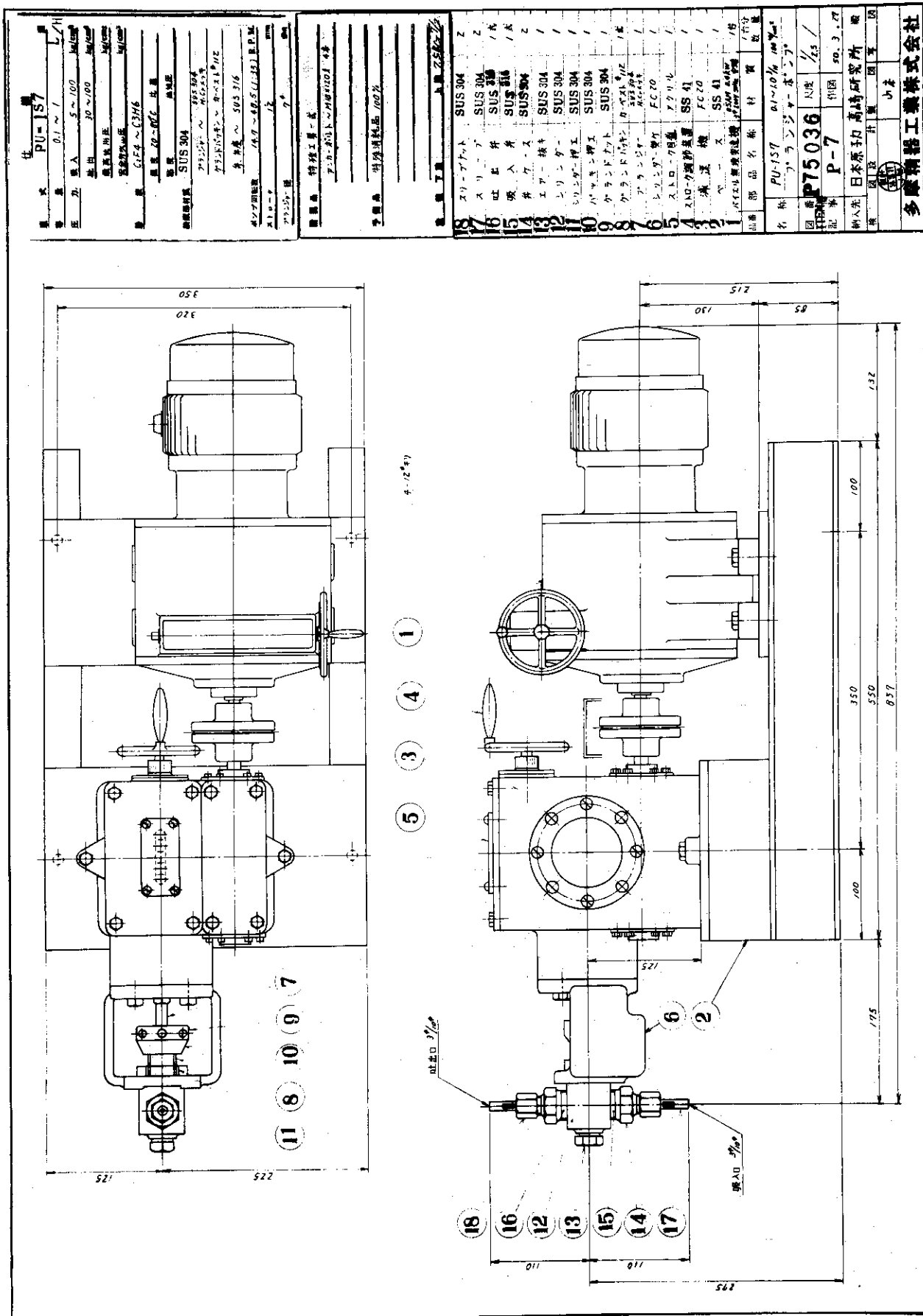
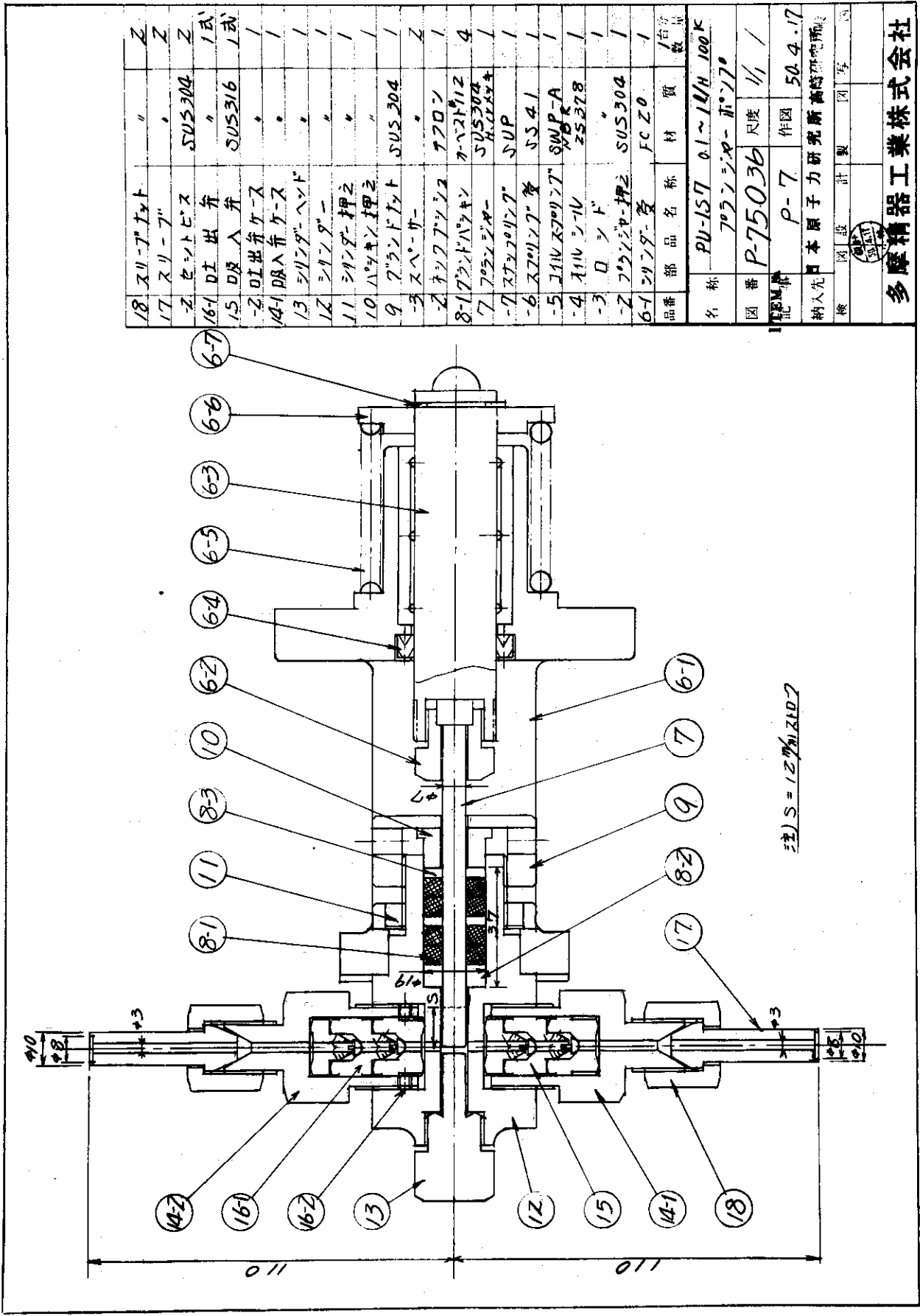


図 5・12 組成制御用ポンプ (P-7)

多摩精器工業株式会社



品番	部品名称	材質	数量
18	スリット	"	2
17	スリット	"	2
16-1	セントピス	SUS304	2
15	吐出弁	SUS316	1式
14-1	吸入弁	"	1式
13	吸入弁ケース	"	1
12	吸入弁ケース	"	1
11	シリンダヘッド	"	1
10	シリンダ	"	1
9	シリンダ	"	1
8-1	シリンダ	"	1
7	シリンダ	"	1
6-1	シリンダ	"	1
5	シリンダ	"	1
4	シリンダ	"	1
3	シリンダ	"	1
2	シリンダ	"	1
1	シリンダ	"	1

品番	部品名称	材質	数量
18	スリット	"	2
17	スリット	"	2
16-1	セントピス	SUS304	2
15	吐出弁	SUS316	1式
14-1	吸入弁	"	1式
13	吸入弁ケース	"	1
12	吸入弁ケース	"	1
11	シリンダヘッド	"	1
10	シリンダ	"	1
9	シリンダ	"	1
8-1	シリンダ	"	1
7	シリンダ	"	1
6-1	シリンダ	"	1
5	シリンダ	"	1
4	シリンダ	"	1
3	シリンダ	"	1
2	シリンダ	"	1
1	シリンダ	"	1

名称	PU-157 0.1~10/100 K
図番	P-75036
作図	50.4.17
納入先	日本原子力研究所 高橋研究室
検	図工設計製 図写

多摩精器工業株式会社

図5・12B 組成制御用ポンプ構造図(P-7)

5.3 ガス循環・液循環ユニット

5.3.1 ユニットの概要と機能

フローシート	図 5・13 に示した
本体組立図	図 5・14 に示した
電源・計装パネル外形図	図 5・15 に示した
電源・計装シーケンス	図 5・16 に示した

図 5・13 に示したように、ガス循環・液循環ユニットは、ガス混合槽 (V-7)、気液接触槽 (V-8)、気液分離槽 (V-9) の槽類、ガス循環ポンプ (P-8) と液循環ポンプ (P-9) のポンプ類、ガスおよび液のサンプリング管 (V-10, 11) やガスのサンプリングライン等のサンプリング系、および流量制御、温度記録等のための計装機器から構成されている。

本ユニットの主たる機能は気液接触槽 (V-8) でラテックスとモノマーガスとを接触させ、ラテックス中にモノマーを溶存せしめるとともに、このラテックスを反応器に送り込むものである。

すなわち、モノマー供給ユニットから供給されたモノマーはガス混合槽 (V-7) で循環ガスと十分に混合され、一部はモノマー組成の分析のため電磁弁 (MV-1, 2) で一定時間毎に自動的に採取される。ガス循環ポンプ (P-8) で送り込まれたモノマーガスと反応器から戻ってきたラテックスは、気液接触槽 (V-8) で対向しながら接触し、モノマーを溶存したラテックスは液循環ポンプ (P-9) で再び反応器に送り込まれる。反応器から戻ってきたラテックスの一部はラテックス抽出・水供給ユニットで減圧され抽出される。また、ラテックスに対するモノマーの供給を反応器中で行なうことも予想して、ガス混合槽～反応器間のガス循環ラインも設けた。

ガスの循環量は DP セル (FRC-2) と流量調節弁 (FCV-2) のバイパスにより制御する方法を採用した。一方、液循環ポンプは無脈動の定量ポンプで流量を一定に保つことができるので、液の循環に関しては流量制御機構は用いなかった。

液循環ポンプ (P-9) は液用のダイヤフラムポンプなので、吐出側の配管の閉塞等による圧力の急上昇が予想される。そこで、ポンプ吐出側にストレインゲージ型圧力計 (PRA-2) を設け、記録計の警報接点を利用して設定値以上の圧力になるとポンプが停止する機構を取入れた。しかし、この方法では記録計の警報接点が作動するのに若干の時間を要し急激な圧力上昇には応じきれないので、新たにプレッシャースイッチを取付けさらに安全を期した。また、要所に安全弁、逆止弁を配置し、安全の確保に努めた。

ガス循環・液循環ユニットの機器は、図 5・14 に示したように、ポンプ類を前面に、槽類を後側に配置した。

電源・計装パネルの外形は図 5・15 に示したように、モノマー供給ユニットと同じ考え方で機器等の配置を行なった。

5.3.2 機器の仕様

(1) ガス混合槽 (V-7)

図 5・17 参照

ガス混合槽は、モノマー供給ユニットからの追加仕込みモノマーおよび組成制御用のモノマーと循環している気相モノマーとを十分に混合するためのもので、そのための攪拌機が付属して

いる。

槽本体は上蓋(図5・17B)、胴部(図5・17D)および下蓋(図5・17C)から構成されていて、ノズル類を全て蓋に設けた。また胴部には取はずしが可能な保温付のジャケット(図5・17E)を取付けた。

主要な仕様は次のとおり

製作所	——	多摩精器工業(株)
内容積	——	1.5ℓ(100φ×200H)
設計圧力	——	本体 Max 100 kg/cm ² ・G ジャケット Max 1 kg/cm ² ・G
設計温度	——	本体, ジャケット共 Max 100℃
材質	——	SUS 304, Oリング バイトン
検査	——	気密検査, 水圧検査
機	——	電磁誘導型(日東反応器製)

(2) 気液接触槽(V-8)

図5・18参照

気液接触槽は、槽内でラテックスと気相モノマーとを向流接触させラテックス中にモノマーを十分に溶存せしめるためのものである。気液の接触を良くするため、気相モノマーを槽下部の吹出部から気泡化して吹出すとともに、槽中央部には充填物を入れて気液の接触面積を大きくするようにした。また、ガスの循環に伴ってラテックスがガス混合槽へ同伴されないように、槽上部に空間を設けた。

気液接触に要する容積は不明確であるため、気液接触槽はその容積を可変できる構造とした。また、ガス混合槽や気液分離槽との互換性をもたせかつこれらの槽類が将来他の目的に転用される場合を考慮して、槽類の規格化、ユニット化を試みた。

すなわち、気液接触槽はガス混合槽を4基組合わせた構造とし、胴部とジャケット部は図5・17Dおよび図5・17Eに示した規格で統一した。また胴部と胴部との接続には図5・18Dに示す中間継手には必要なノズルおよび温度計座を設けた。

気液接触槽の主要な仕様は、内容積が7ℓである以外はガス混合槽と同一なので、ここでは省略する。

(3) 気液分離槽(V-8)

図5・19参照

循環ラテックス中に気相モノマーが混入すると、液循環ポンプの吐出量に変化したり、反応器中でのラテックスのホールドアップが不明確になるなど種々の問題が生じる。気液分離槽はこれらの点からラテックス中に気相モノマーが混入することを防止するために設置するものである。

気液分離槽内のラテックス量を監視するため、手持ちのサイトグラスを支給し液面計の代用としたが、サイトグラスの可視部は直径5mmで小さく液面の測定は困難であった。

気液分離槽の主要な仕様は、内容積が3.3ℓで液面計が付属している以外は、ガス混合槽および気液接触槽と同じである。

(4) 気液分離槽液面計

図5・19C参照

気液分離槽の液面を監視、測定するために、サイトグラスに替えて新たに高圧液面計を製作し取付けたので、この仕様について記す。

リンダーの圧媒体を介してラテックスを圧縮・吐出する構造になっている。このため、ラテックスはプランジャーのしゅう動部に直接接触れることはなく、ラテックスの乳化破壊を防止することができる。また、このポンプにはバランス型の自動給排油ユニットが付属していて、グラウンドからのオイル漏れを補うとともに、ダイヤフラムの破損を防止するため油圧シリンダーの圧力はプロセス圧+10kg/cm²以上には上昇しないようになっている。

主要な仕様は次のとおり

製作所	——	多摩精器工業(株)
型式	——	PLDR-C 25型
吐出量	——	20~200 ℓ/hr
吐出圧	——	Max 100kg/cm ² ・G
材質	——	接液部 SUS 304
		プランジャー SUS 304 硬質クロムメッキ仕上げ
		ダイヤフラム テフロン
		弁, 弁座 SUS 316
		グラウンドパッキン V #2630
モーター	——	3φ 200V 2.2KW 安増
変速機	——	バイエル(3DM, 住友重機械工業製)

仕様		仕様	
最高使用圧力	100 MPa	本体	ワンポイント
設計圧力	150 MPa	材質	SUS 304
試験圧力	110 MPa	圧力	1.5 MPa
試験温度	100 °C	圧力	1.1 MPa
試験圧力	100 MPa	圧力	1.1 MPa
試験温度	100 °C	圧力	1.1 MPa
試験圧力	100 MPa	圧力	1.1 MPa
試験温度	100 °C	圧力	1.1 MPa
試験圧力	100 MPa	圧力	1.1 MPa
試験温度	100 °C	圧力	1.1 MPa

記号	記号	記号	記号
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 10	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 11	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 12	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 13	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 14	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 15	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 16	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 17	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 18	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 19	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 20	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 21	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 22	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 23	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 24	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 25	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 26	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 27	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 28	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 29	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 30	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 31	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 32	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 33	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 34	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 35	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 36	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 37	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 38	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 39	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 40	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 41	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 42	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 43	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 44	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 45	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 46	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 47	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 48	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 49	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 50	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 51	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 52	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 53	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 54	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 55	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 56	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 57	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 58	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 59	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 60	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 61	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 62	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 63	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 64	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 65	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 66	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 67	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 68	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 69	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 70	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 71	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 72	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 73	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 74	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 75	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 76	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 77	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 78	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 79	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 80	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 81	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 82	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 83	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 84	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 85	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 86	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 87	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 88	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 89	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 90	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 91	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 92	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 93	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 94	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 95	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 96	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 97	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 98	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 99	圧力計
HV20-10T	高圧ポンプ	PI 100	圧力計

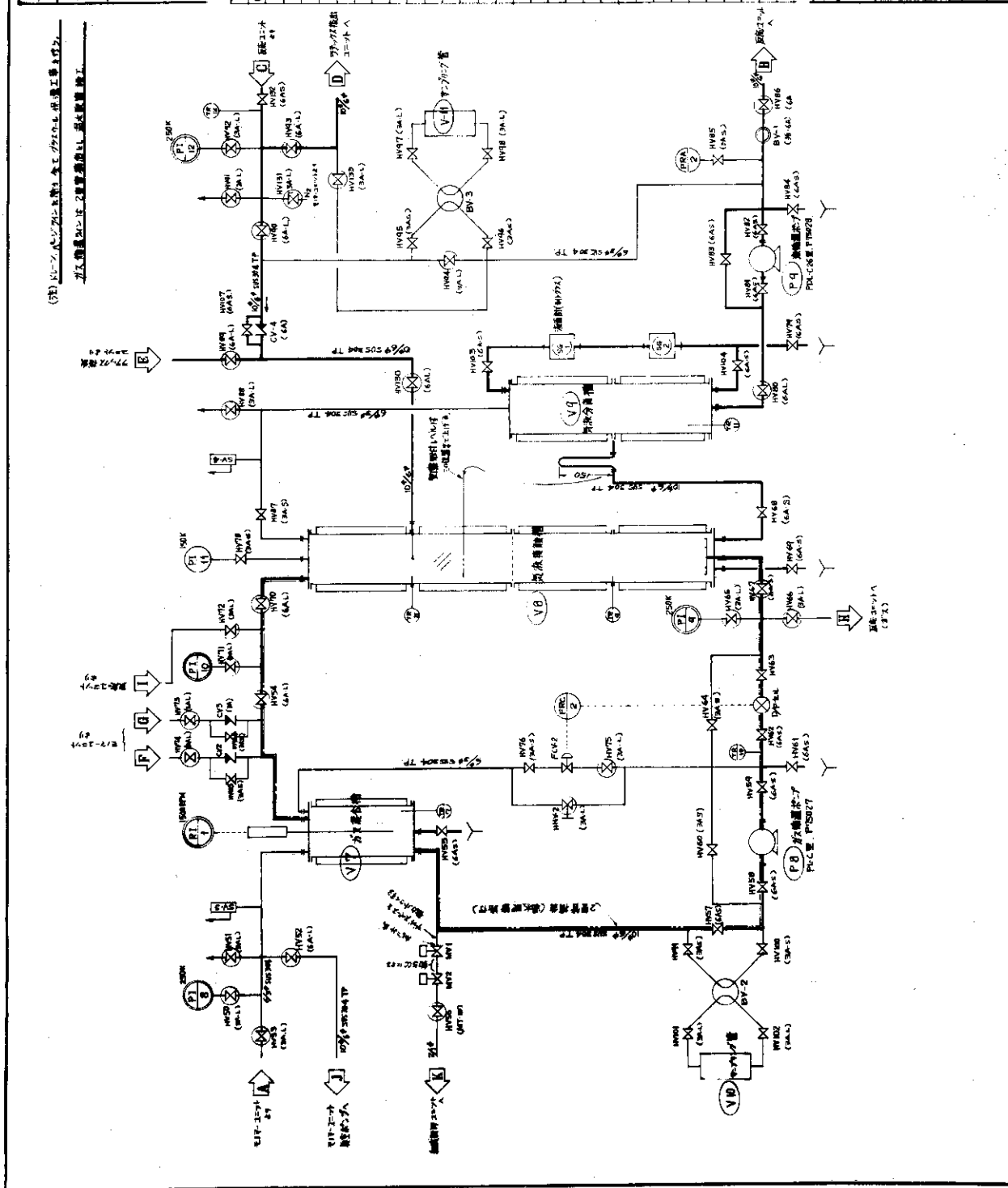


図 5.13 ガス循環・液循環ユニットフローシート

多摩精機工業株式会社

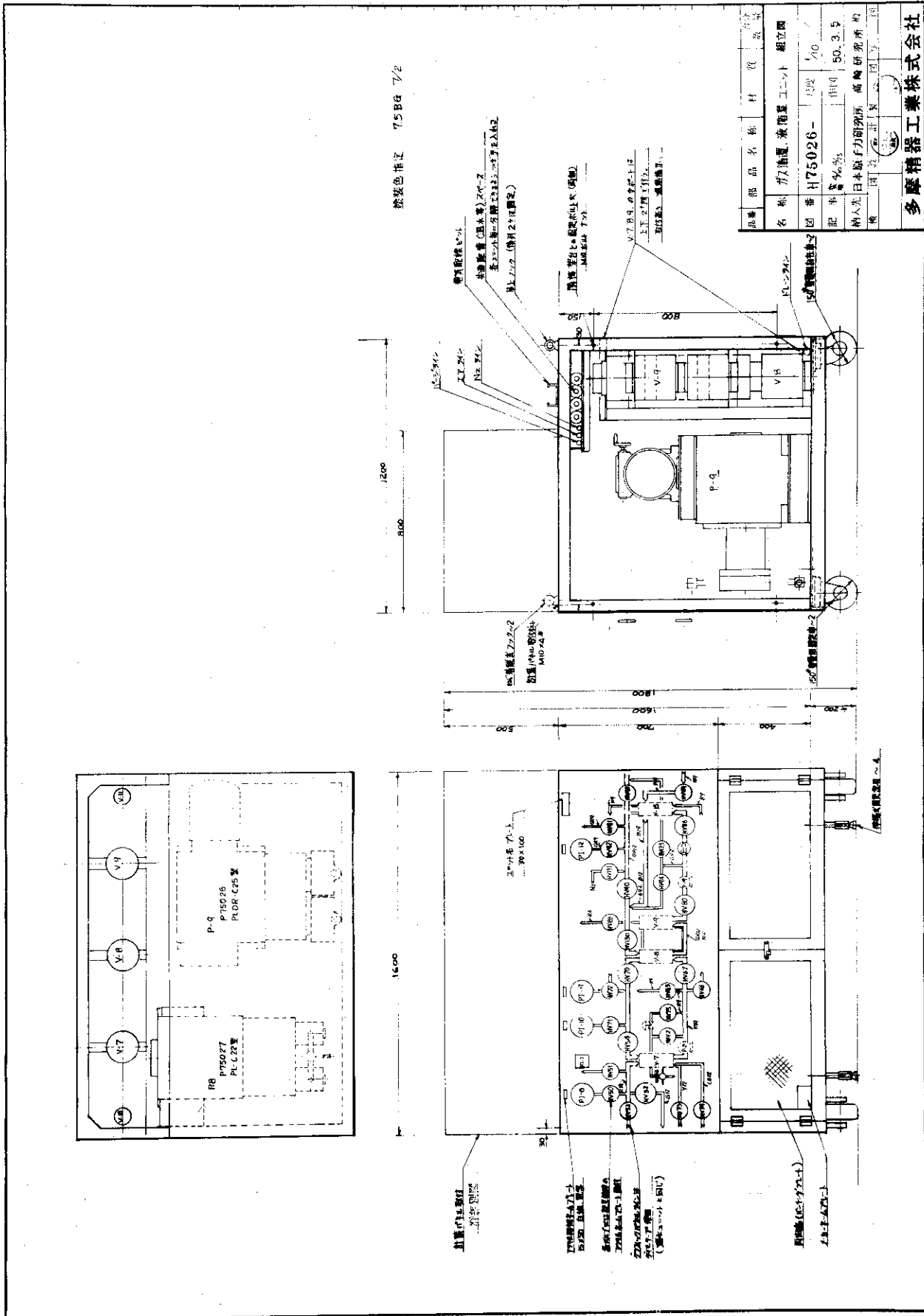


図 5・14 ガス循環・液循環ユニット本体組立図

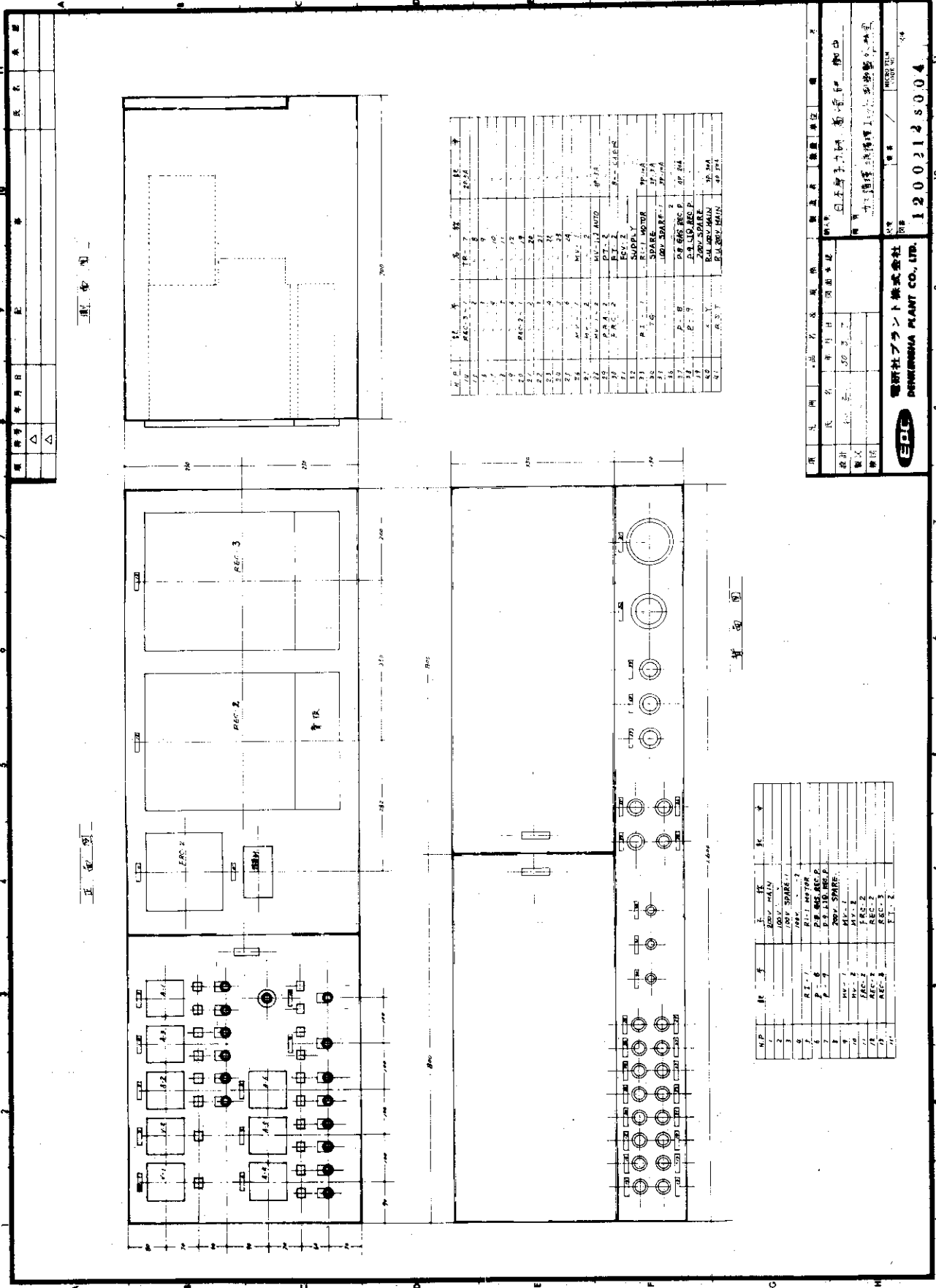
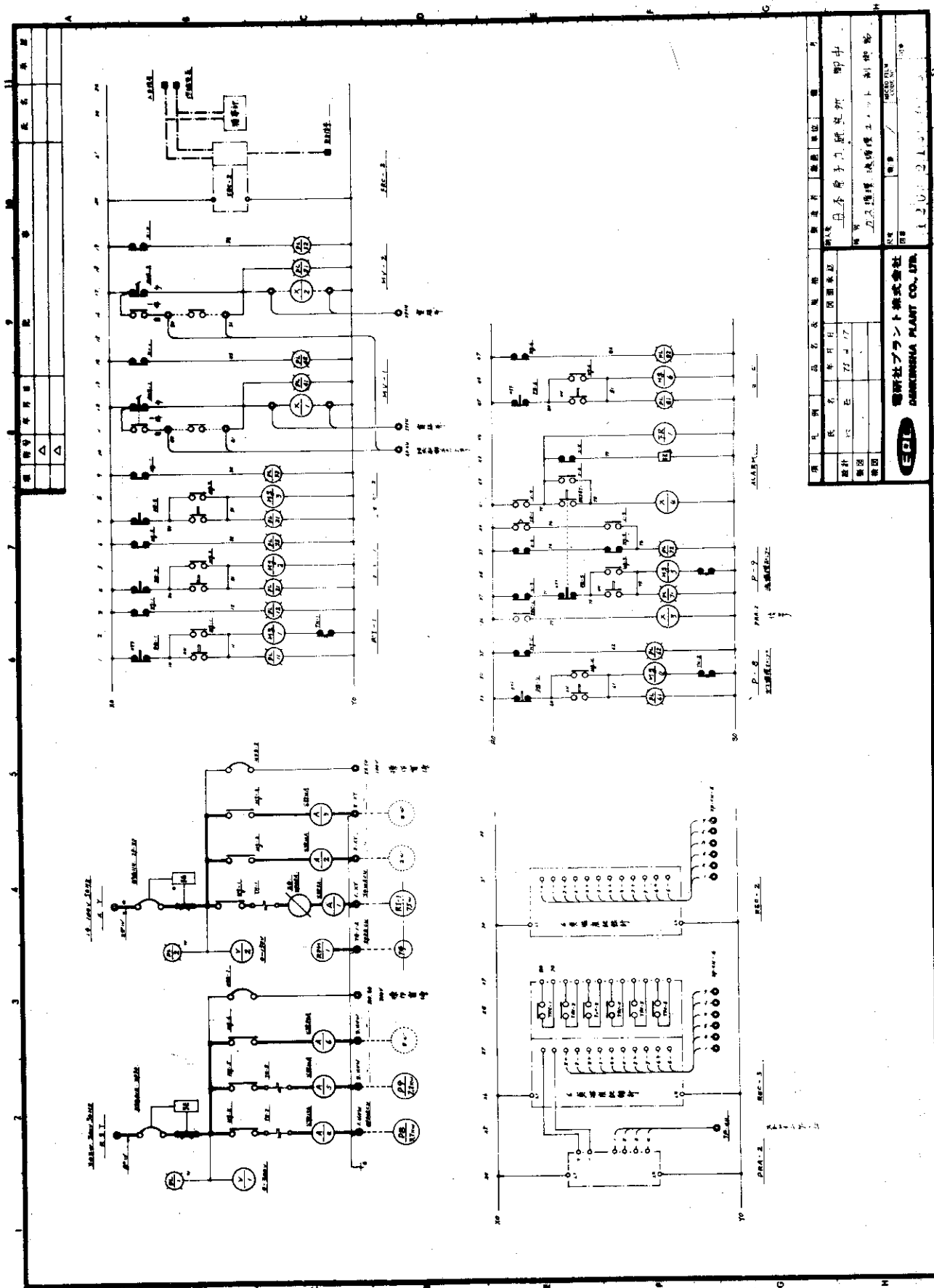


図5・15 ガス循環・液循環ユニット電源・計装パネル外形図



項目	品名	数量	単位	備考
氏名	氏名	氏名	氏名	氏名
年月日	年月日	年月日	年月日	年月日
77.1.17				
製図	検査	承認	承認	承認
電研社プラント株式会社 ELECTRIC RESEARCH INSTITUTE OF JAPAN				
日本原子力研究所 印中 工学部 核燃料工務科 制御部				
1977.1.17				

図5・16 ガス循環・液循環ユニット電源・計装シケケンス

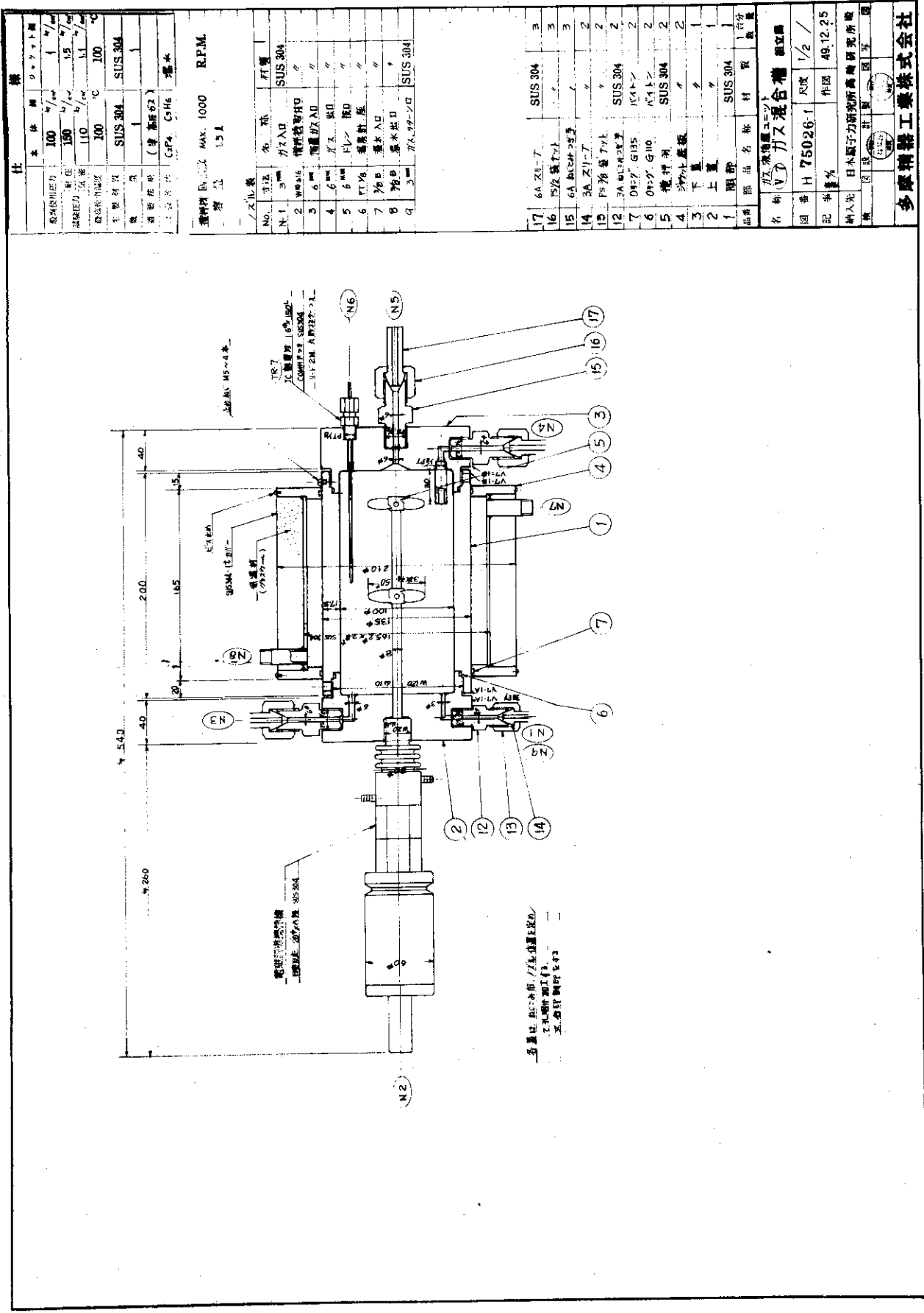


図5・17 ガス混合槽 (V-7)

多摩精器工業株式会社

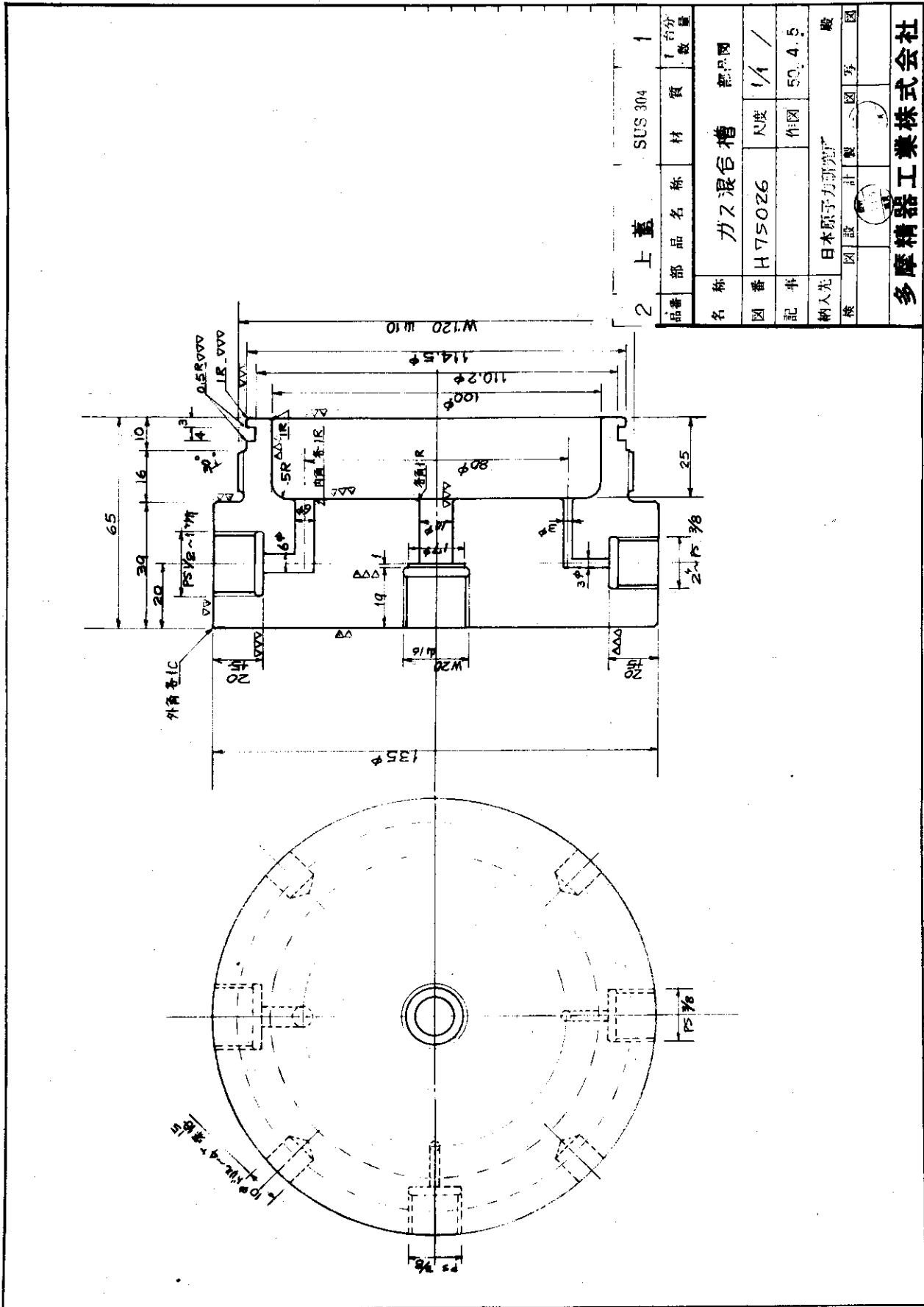


図5・17B ガス混合槽上蓋詳細図

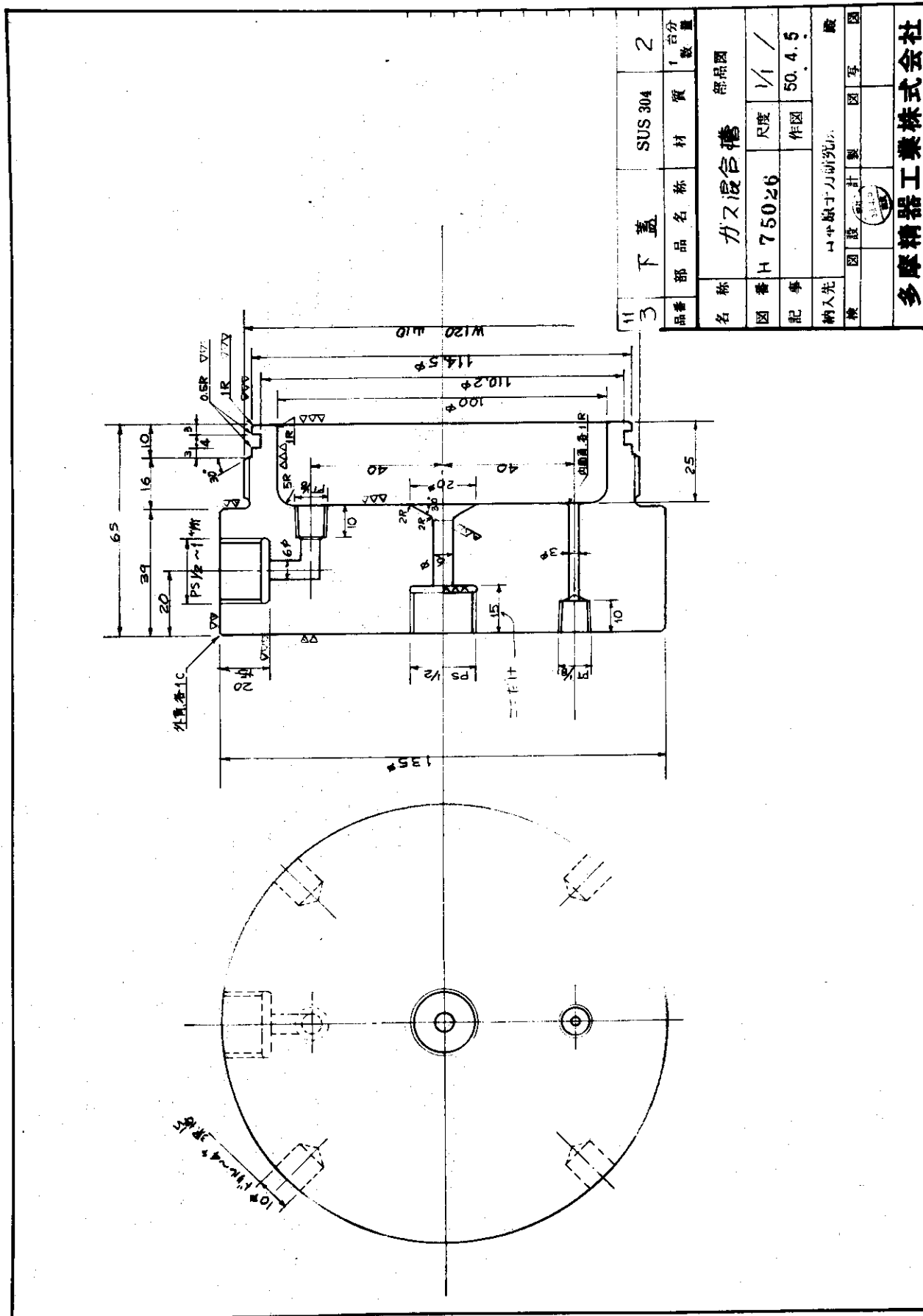
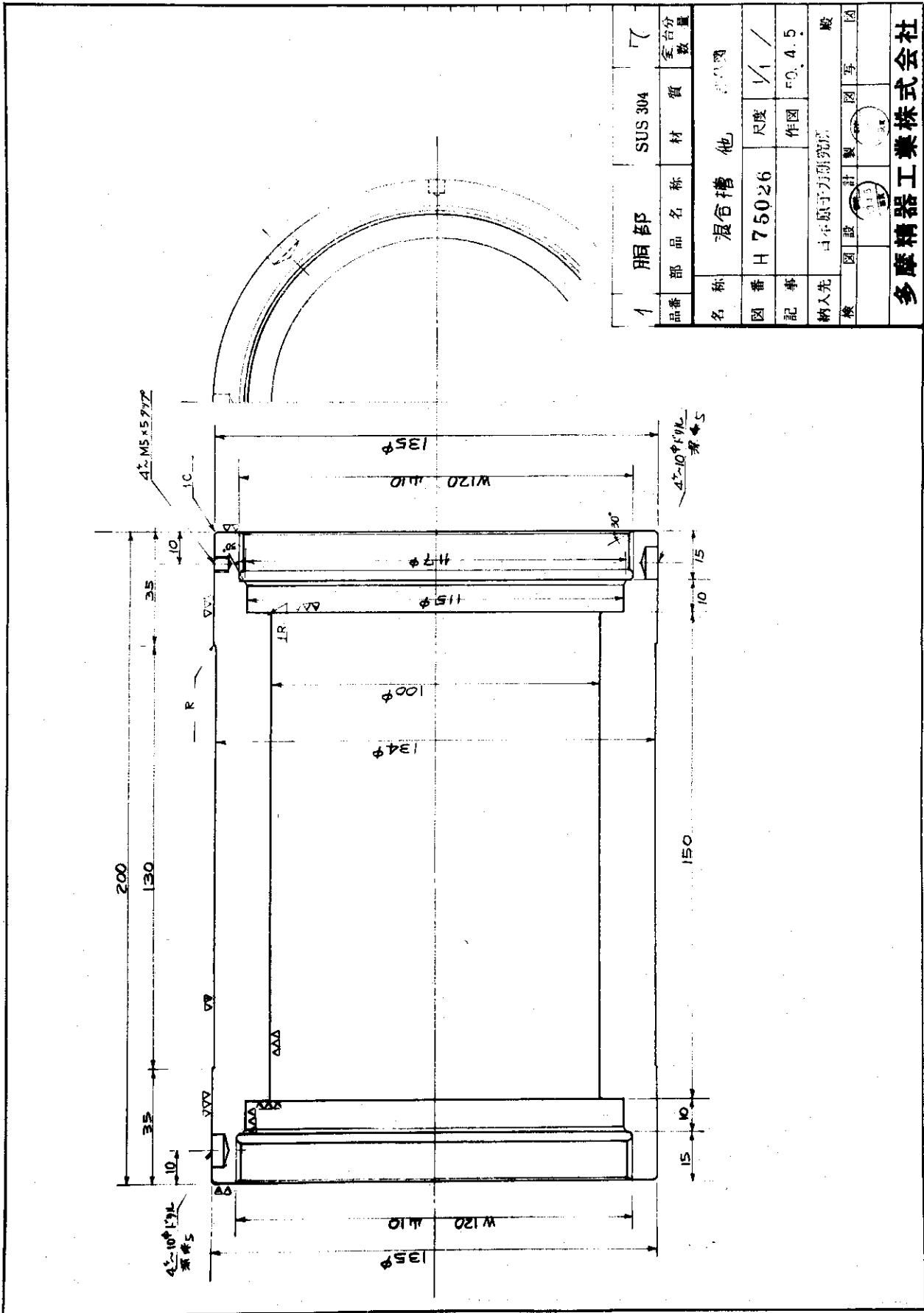
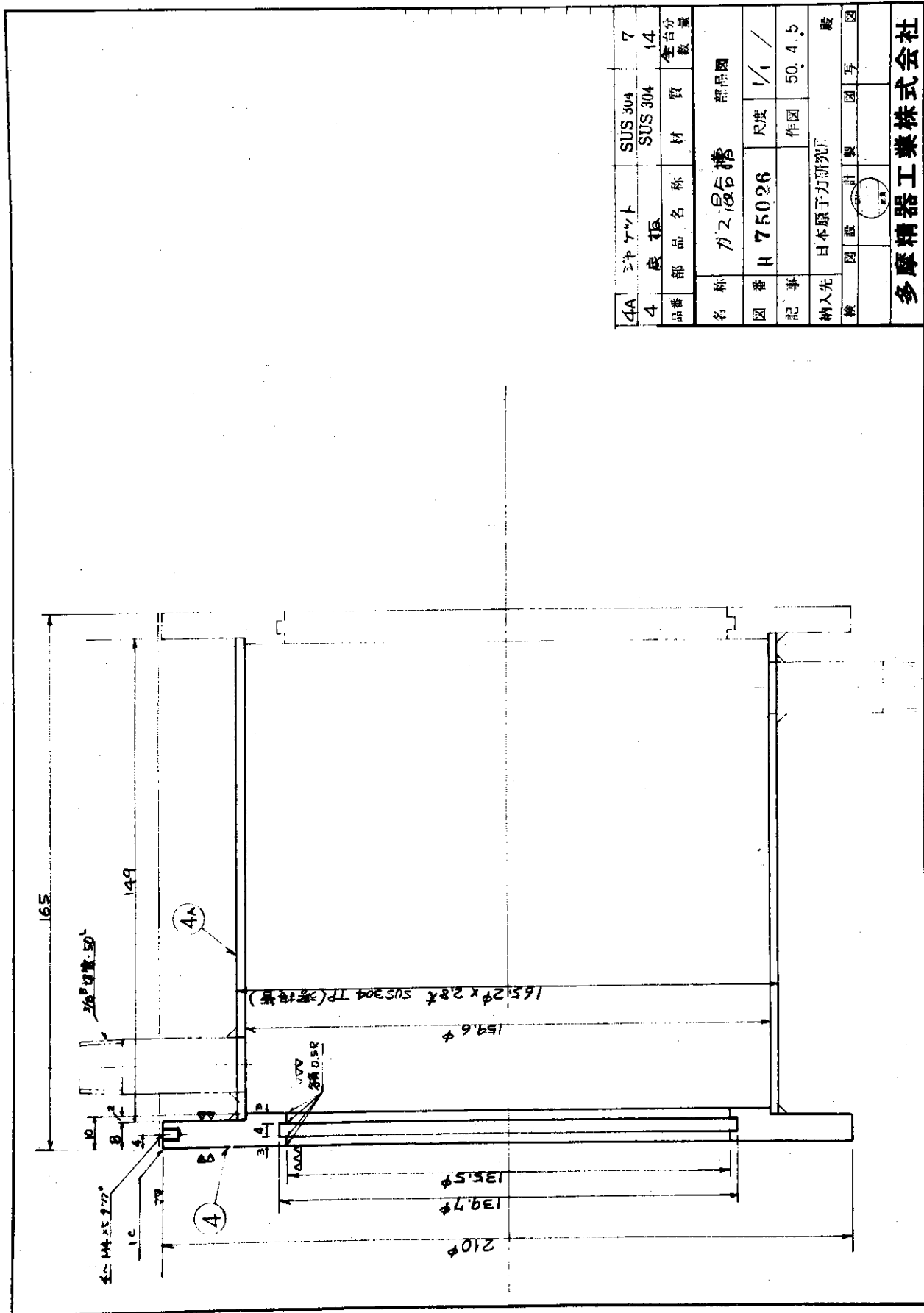


図 5・17C ガス混合槽下蓋詳細図 (V-9 と共通)



1	胴部	SUS 304	7
品番	部品名称	材質	台分数量
名	混合槽 他	他	
図番	H 75026	尺度	V1 /
記事		作図	50.4.5
納入先	日本原子力研究開発機構		
検	図設計	製図	写図
多摩精器工業株式会社			

図 5・17D ガス混合槽胴部詳細図 (V-7 ~ 9 共通)



4A	ジャケット	SUS 304	7
4	底座	SUS 304	14
品番	部品名称	材質	単位数量
名称	ガス混合槽	部品図	
図番	H 75026	尺度	1/1
記事		作図	50.4.5
納入先	日本原子力研究所 殿		
検	図	設計	製
	図	写	図
多摩精器工業株式会社			

図5・17E ガス混合槽ジャケット部詳細 (V-7~9共通)

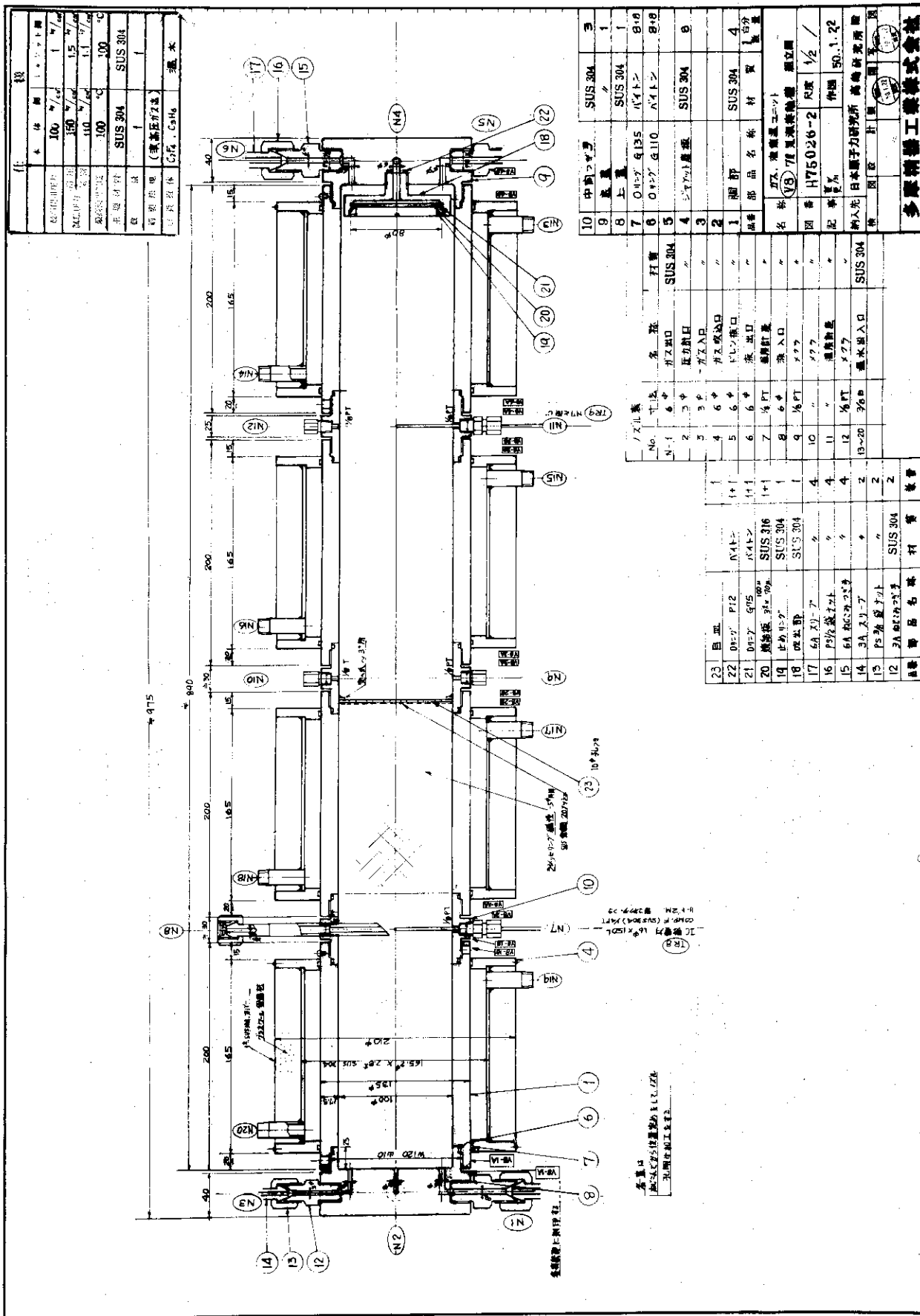


図 5・18 気体接触槽 (V-8)

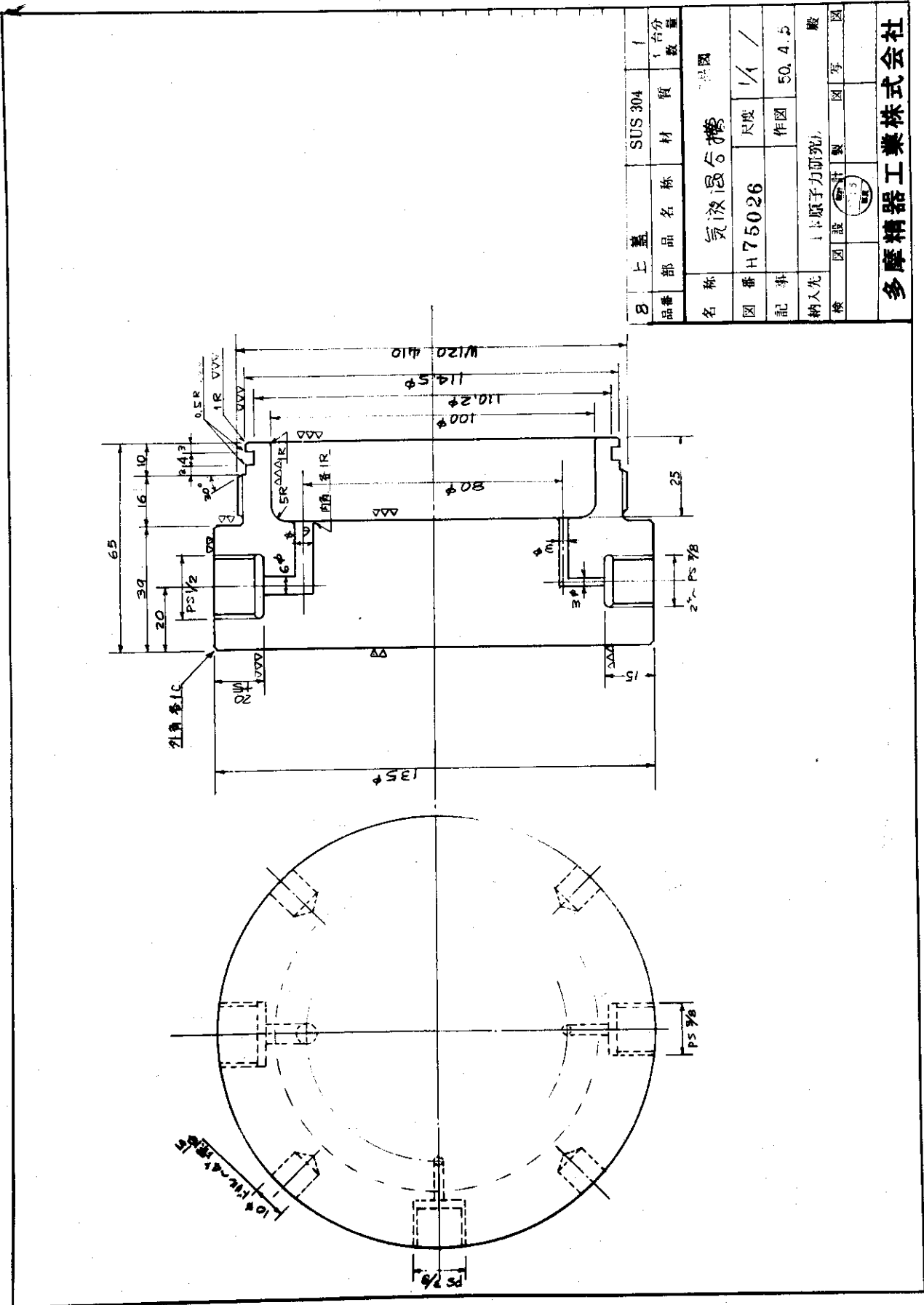
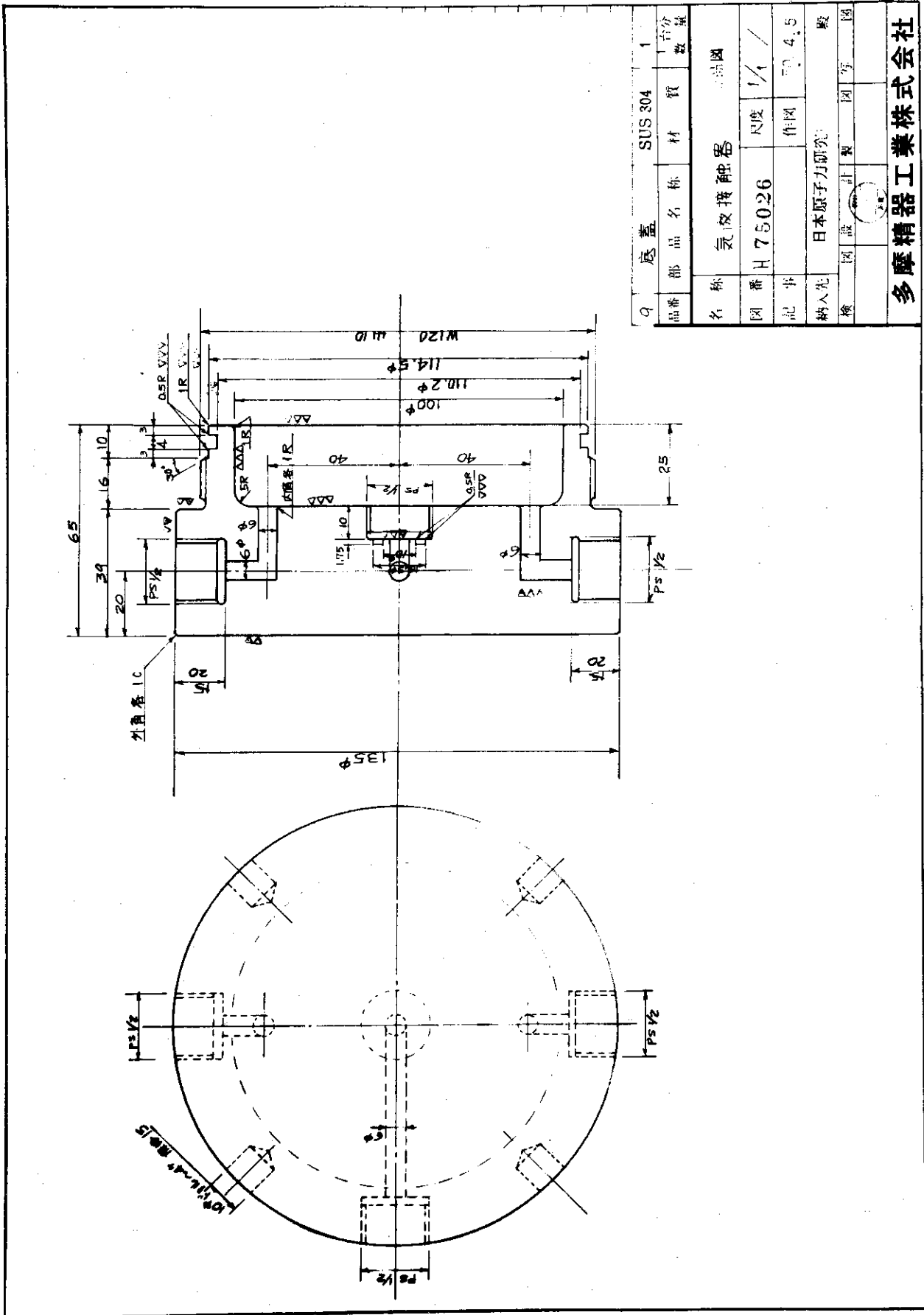


図5・18B 気体接触槽上蓋詳細図



Q	底蓋	SUS 304	1	1
品番	部品名称	材質	数量	百分
名稱	氣體接觸器 油國			
圖番	H 75026	尺度	1/4	/
記事	作圖 50.4.5			
納入先	日本原子力研究 殿			
檢	圖說	計製	圖寫	圖
多摩精器工業株式会社				

図5・18C 氣體接觸槽下蓋詳細図

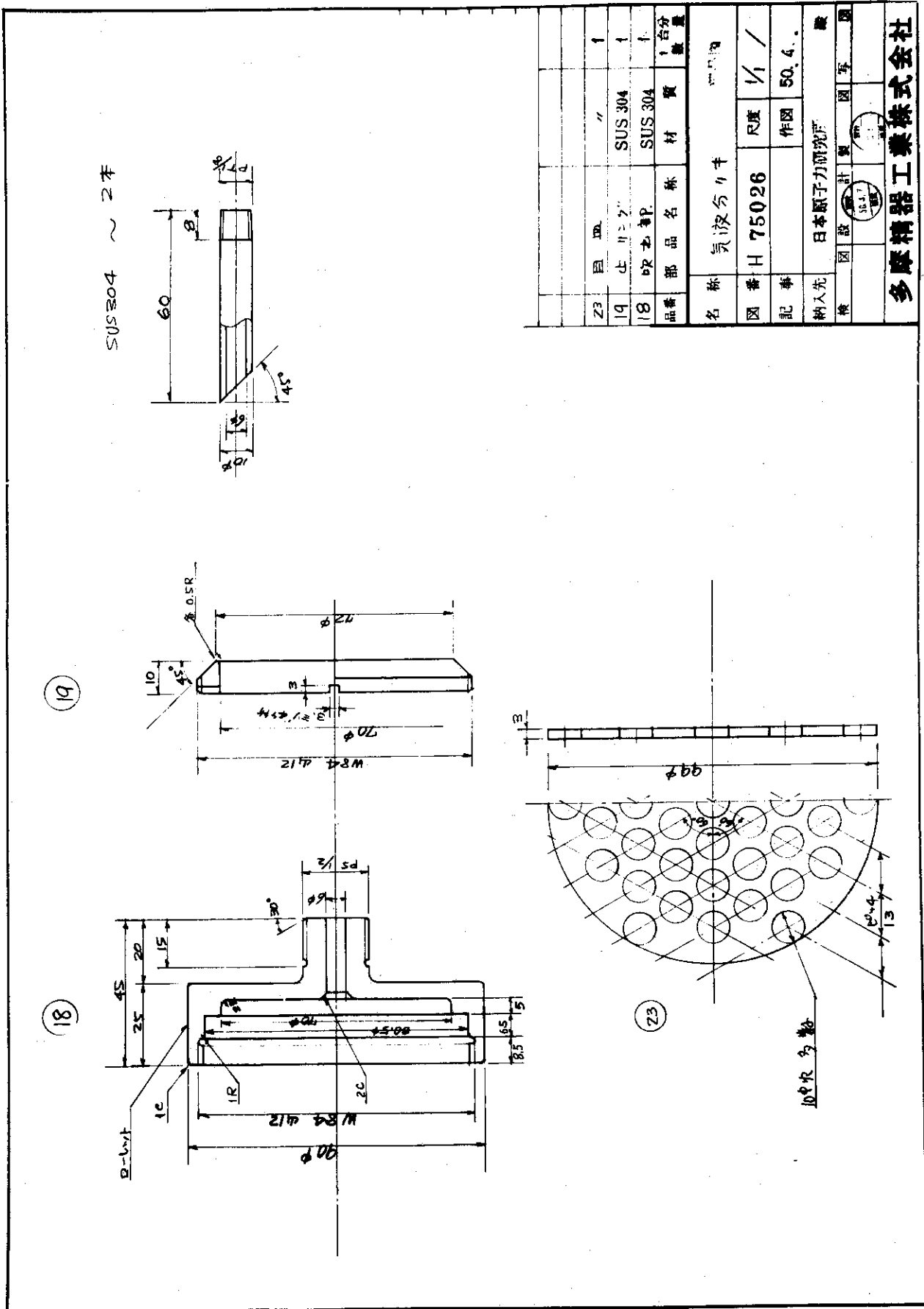


図 5・18E 気体接触槽ガス吹出部, 目皿等詳細図

仕 様	
最大内径	100 mm
最大長さ	150 mm
最大圧力	110 kg/cm ²
動作温度	100 °C
主材料	SUS 304
製造所	1
適用用途	(高圧放射線)
前及後体	Cu, CsHe
冷却媒体	温水

部 品 表		
NO.	名 称	材 質
N-1	×77	SUS 304
2	ガス出口	〃
3	液出口	〃
4	1/4 PT 調整ねじ	〃
5	6φ	〃
6	6φ	〃
7	1/4 PT 挿入口	〃
8	1/4 PT ×77	〃
9~12	温水出入口	SUS 304

部 品 表 (続)			
17	6A ZI-7	SUS 304	4
16	ガス出口	SUS 304	4
15	6A ZI-7	SUS 304	4
14	3A ZI-7	SUS 304	1
13	ガス出口	SUS 304	1
12	3A ZI-7	SUS 304	1
11	1 蓋	SUS 304	1
10	中国製	SUS 304	1
9	上 蓋	SUS 304	1
7	O-ring G135	NYLON	4+4
6	O-ring G110	NYLON	4+4
4	調整ねじ	SUS 304	4
1	胴部	SUS 304	1
2	蓋	SUS 304	1

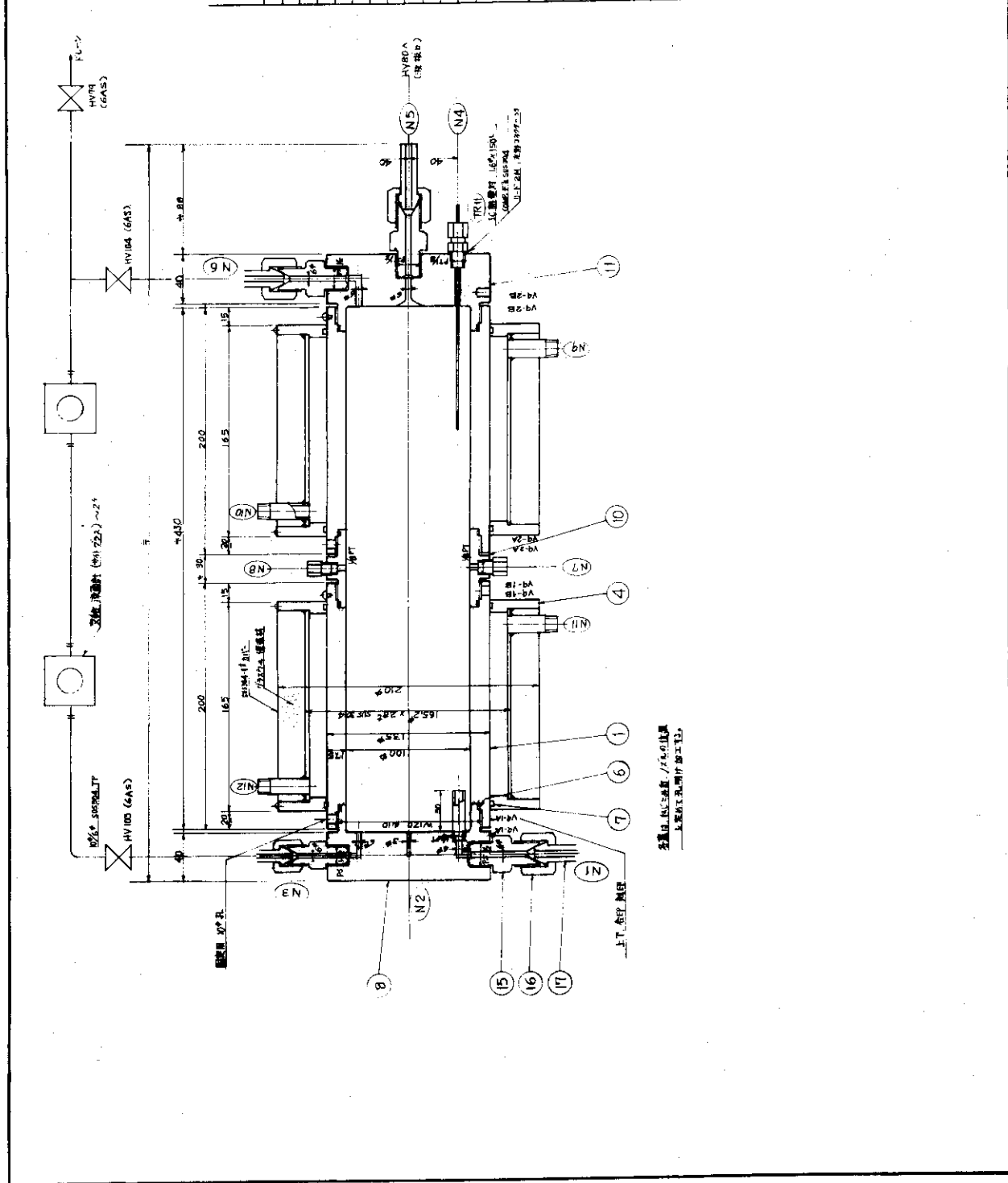
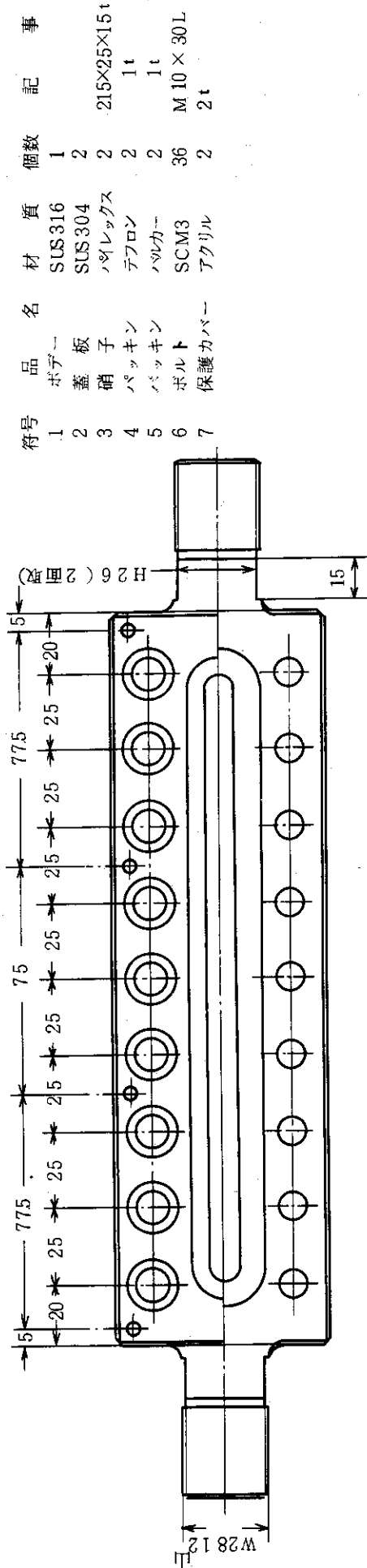


図 5・19 気液分離槽 (V-9)

多摩精工工業株式会社



符号	品名	材質	個数	記事
1	ボデー	SUS316	1	
2	蓋板	SUS304	2	
3	硝子	ハレックス	2	215×25×15t
4	パッキン	テフロン	2	1t
5	パッキン	ハルカー	2	1t
6	ボルト	SCM3	36	M 10 × 30 L
7	保護カバー	アクリル	2	2t

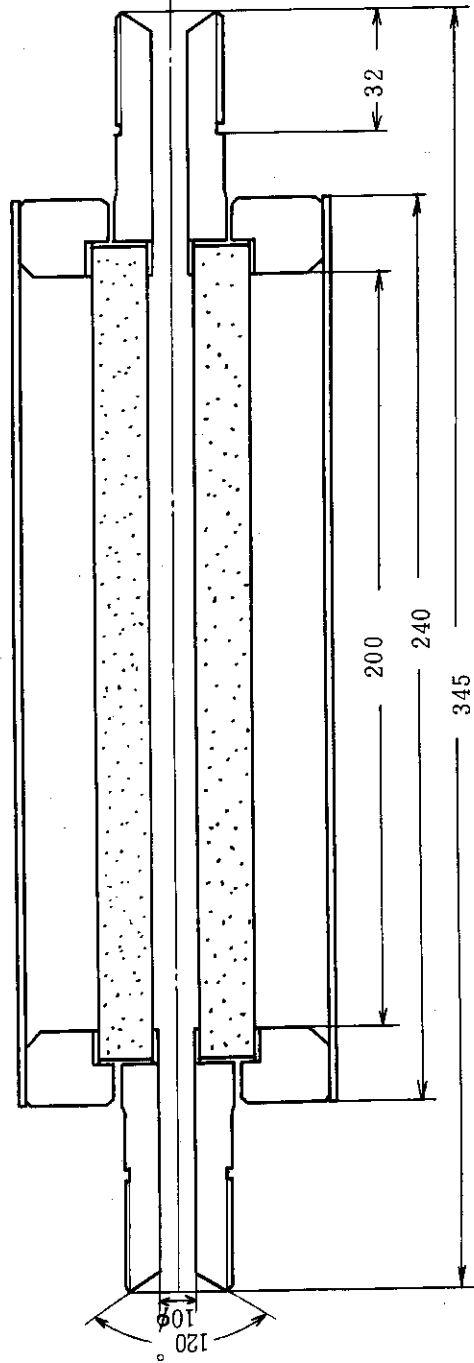
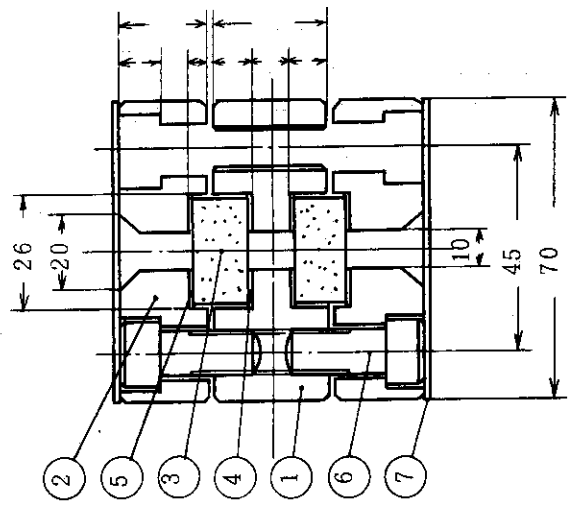


図 5.1 9C 気液分離槽液面計

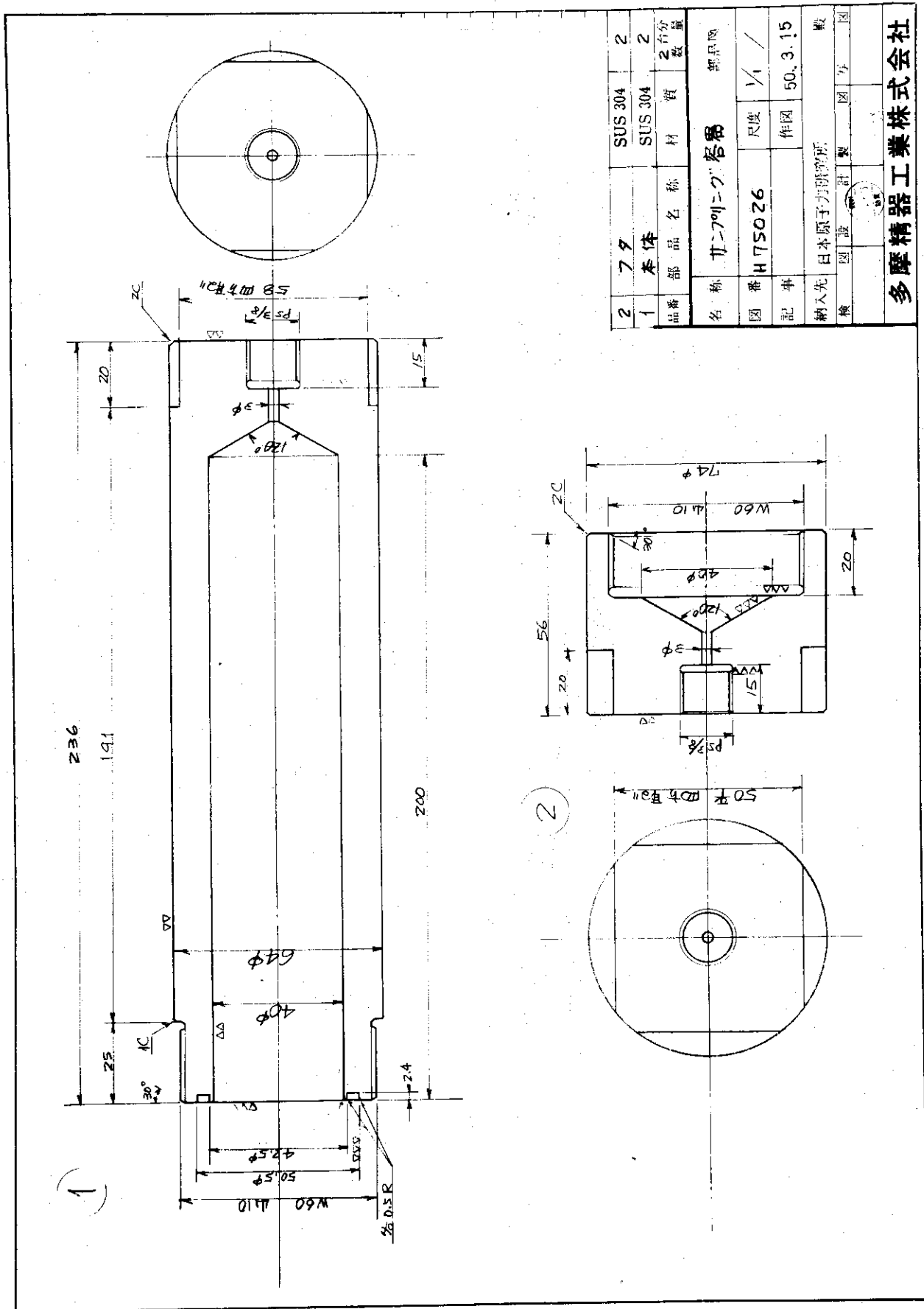
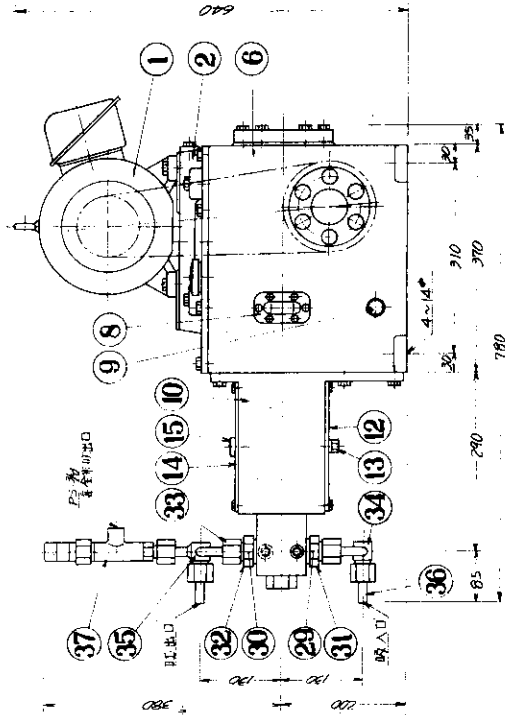
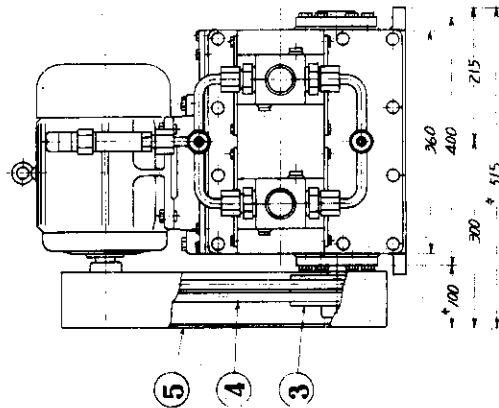
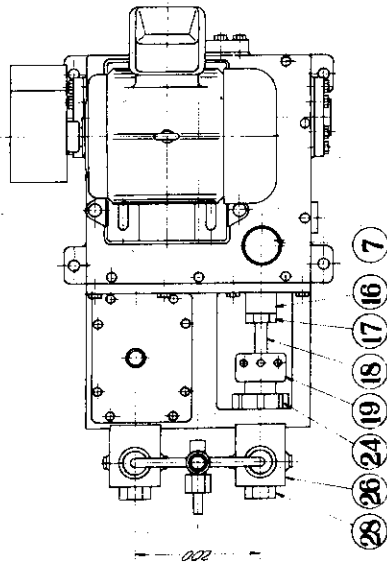


図5・20B サンプリング詳細図(V-10, 11)

仕	PL-C22
型	250
容量	5/1
圧	30~100
流量	30~100
電圧	AC100V
電流	7.20
材質	CzFaCsH6
製造	株式会社
材料	SUS 304
ポンプ	SUS 304
弁	SUS 304
その他	7-NZT #1/2
ポンプ	85
その他	70
ポンプ	22



37	号	全	界	SUS 304	1式
36	吸入	吐出	スリット	SUS 304	2
35	圧	差	調整	SUS 304	1
34	吸入	吐出	調整	SUS 304	1
33	スリット	調整	調整	SUS 304	7
32	吸入	吐出	調整	SUS 304	2
31	吸入	吐出	調整	SUS 304	2
30	吸入	吐出	調整	SUS 304	2式
29	吸入	吐出	調整	SUS 304	2式
28	スリット	調整	調整	SUS 304	2
26	スリット	調整	調整	SUS 304	2
24	スリット	調整	調整	SUS 304	2
19	スリット	調整	調整	SUS 304	2
17	スリット	調整	調整	SUS 304	2
16	スリット	調整	調整	SUS 304	2
15	スリット	調整	調整	SUS 304	2
14	スリット	調整	調整	SUS 304	2
13	スリット	調整	調整	SUS 304	2
12	スリット	調整	調整	SUS 304	2
10	スリット	調整	調整	SUS 304	1
9	スリット	調整	調整	SUS 304	1
8	スリット	調整	調整	SUS 304	1
7	スリット	調整	調整	SUS 304	1
6	スリット	調整	調整	SUS 304	1
5	スリット	調整	調整	SUS 304	1
4	スリット	調整	調整	SUS 304	1
3	スリット	調整	調整	SUS 304	1
2	スリット	調整	調整	SUS 304	1
1	スリット	調整	調整	SUS 304	1

多摩精器工業株式会社

図5・21 ガス循環ポンプ (P-8)

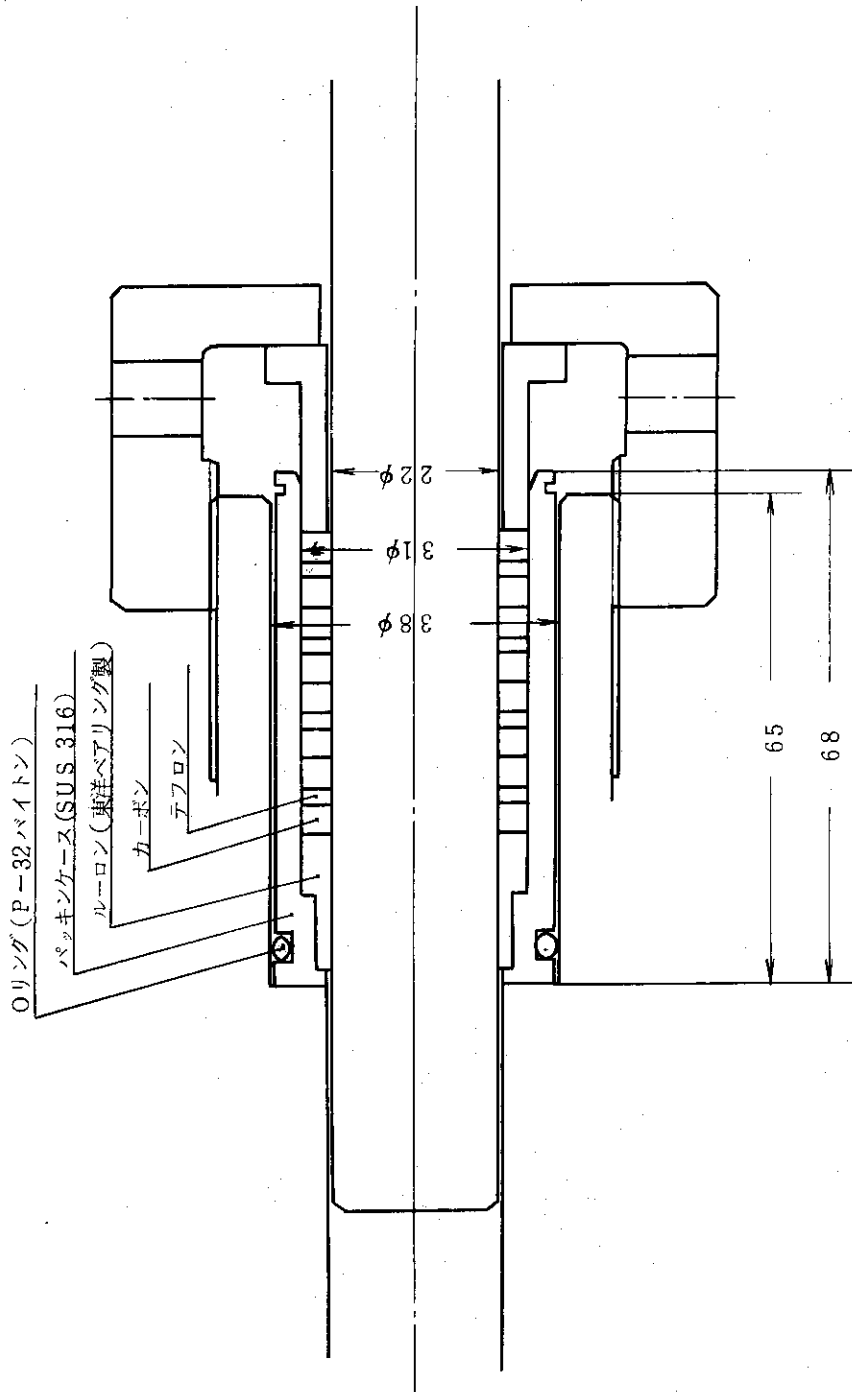


図 5.2.2 ガス循環ポンプ (P-8) グランド改造図

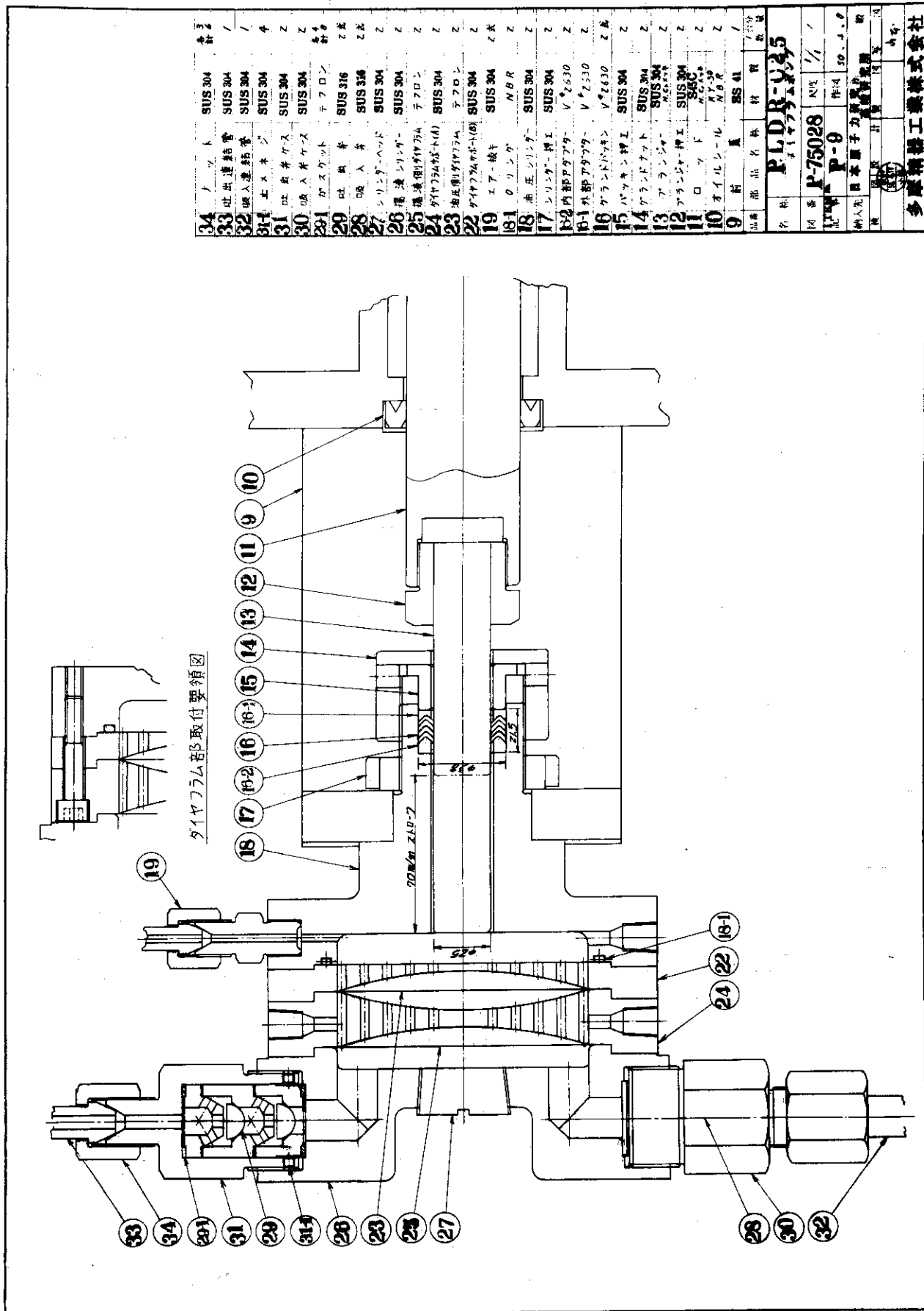


図5・23B 液循環ポンプ構造図 (P-9)

5.4 ラテックス拔出・水送入ユニット

5.4.1 ユニットの概要と機能

フローシート	図 5・24 に示した
本体組立図	図 5・25 に示した
電源・計装パネル外形図	図 5・26 に示した
電源・計装シーケンス	図 5・27 に示した

図 5・24 に示したように、ラテックス拔出・水送入ユニットは、ラテックス貯槽 (V-12A,B) 水貯槽 (V-13A,B), コイル (M-4) および水送入・ラテックス拔出ポンプ (P-10) 等の機器と、ラテックス拔出のための圧力制御 (PRCA-3~PCV-5), 貯槽や減圧コイルの温度制御, バブリング用窒素の流量計等の計装機器から構成されている。

本ユニットの主たる機能は、十分に脱気された乳化水溶液 (又はシードラテックス) を一定速度で系内に圧入するとともに、送入力に応じた拔出速度で系内のラテックスを乳化破壊させることなく大気圧下まで拔出することである。

ラテックスの拔出しを行なわない操作でラテックスの循環量を低く抑えたい場合は、ラテックス拔出ポンプを利用してラテックスの循環を行なうことができるように配慮してある。また、ラテックスの拔出ラインを洗滌することを考慮して、ラテックス拔出ポンプで乳化水溶液を拔出ラインに流せるようにしてある。これらの操作はボールバルブ (BV-4, 5) の切替えで行なえるようになっている。

ラテックスの拔出しはポンプを用いる方法を採用し定量性をもたせることとした。この場合、ポンプの吐出圧力は吸入圧力よりも高くなければならないので、吐出圧が系の圧力より若干高くかつ一定に保つように圧力制御機構 (PRCA-3~PCV-5) を設けた。この圧力制御システムは、系の圧力を一定に保ちつつラテックスを拔出する場合にも用いることができる。

本ユニットの機器は図 5・25 のように配置した。貯槽の液面計とバブリング用窒素の流量計を前面パネルに取付け、前面で液面および窒素流量を監視できるようにした。また、ラテックスを受け入れる貯槽および使用する乳化水溶液の入った貯槽の選択は、パネルに取付けたボールバルブ (BV-6, 7) の切替えで行なえるようにした。

電源・計装パネルは図 5・26 に示したように、モノマー供給ユニット、ガス循環・液循環ユニットの場合と同様の考え方で機器等を配した。またシーケンスは図 5・27 に示したとおりで、貯槽および減圧コイルの温度コントロールは記録計の警報接点を利用してヒーターを ON-OFF させて行なう方法を採用した。この警報接点は任意に変えられるので、温度は広い範囲で設定できる。水送入・ラテックス拔出ポンプは吐出圧が設定値以上になると自動的に停止し、警報ブザーおよびフリッカーが作動するようになっている。

5.4.2 機器の仕様

(1) ラテックス貯槽 (V-12A,B), 水貯槽 (V-13A,B) 図 5・28 参照

ラテックス貯槽と水貯槽とは同一仕様で、図 5・28 に示したように、加温用ヒーター、ガス沸出管、液面計およびジャケットが付属している。

この貯槽は $10 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{G}$ の圧力に耐えるように設計されていて、乳化水溶液の泡立ちを防止するため加圧下で窒素のバブリングが行なえる。バブリング用窒素のベントは $0.5 \sim 10 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{G}$ の範囲で可変の逃し弁 (SV-6~9) で行なう。また貯槽の内容物はヒーターおよびジャケットにより加温することができる。このとき、バブリングを同時に行ない温度の均一化をはかる。

主要な仕様は次のとおり

製作所	——	多摩精器工業 (株)
内容積	——	公称 10ℓ ($208.3 \phi \times 400 \text{ H}$)
設計圧力	——	本体 $\text{Max } 10 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{G}$, ジャケット $\text{Max } 2 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{G}$
設計温度	——	本体, ジャケット共 $\text{Max } 100^\circ \text{C}$
材質	——	SUS 304
ヒーター	——	シーズヒーター (1ϕ 200V 1KW), 昭和電機 (株) 製
液面計	——	パネル取付型 図 5・29 参照

(2) 減圧コイル (M-4)

図 5・30 参照

モノマーの加圧下にあるラテックスを大気圧下に抜出すと、急激な圧力変化のためラテックスは乳化破壊を起こしてしまう。この乳化破壊を防止するためには圧力を徐々に低下する必要がある。

減圧コイルはこの目的のため設置するもので、図 5・30 に示したように、内径約 2 mm ($1/8 \text{ OD} \times 0.02 \text{ t}$)、長さ約 10 m のコイル状細管と、断熱膨脹による冷却を防止するための加熱槽から構成されている。

細管コイルには途中に 3ヶ所のバイパスラインが取付けてあり、入口の圧力やラテックスの抜出量に応じた適当な抵抗 (細管長) を選ぶことができるようになっている。

加熱槽には温水ユニットからの温水が流れるようになっているが、温水温度があまり高くない場合を考慮して、ヒーターによる加熱もできるように配慮した。

主要な仕様は次のとおり

製作所	——	多摩精器工業 (株)
コイル	——	O.D $1/8 \times 0.02 \text{ t} \times 10 \text{ m}$ (GYROLOK TUBE)
設計圧力	——	$\text{Max } 100 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{G}$
設計温度	——	$\text{Max } 100^\circ \text{C}$
材質	——	槽本体, コイル共 SUS 304
ヒーター	——	シーズヒーター (1ϕ 200V 2KW), 昭和電機 (株) 製

(3) 水送入・ラテックス拔出ポンプ (P-10)

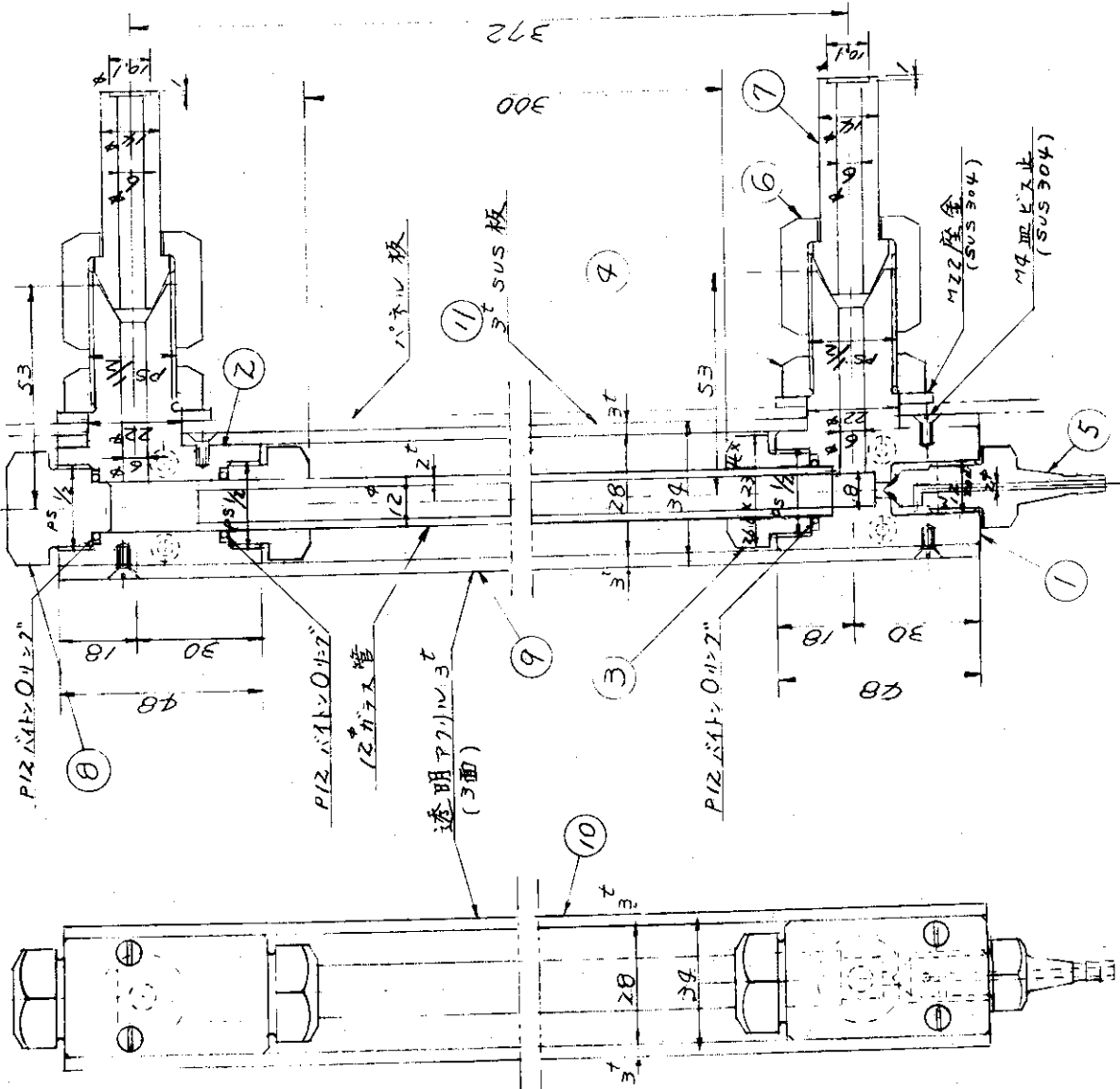
図 5・31 参照

水送入・ラテックス拔出ポンプは 2連のダイヤフラム型プランジャーポンプで、それぞれが水送入用とラテックス拔出用になっている。このポンプ部の構造は図 5・31 B に示したように、液循環ポンプ (P-9) とほぼ同じであるが、無脈動型ではないことと吐出量の調節機構が異なっている。吐出量はプランジャーのストローク長を変えて調節する方法で、このため低吐出量域での定量性が悪くなるが、反面それぞれの連ごとに吐出量を調節できる利点がある。

主要な仕様は次のとおり

製作所 ——— 多摩精器工業(株)
型式 ——— PDU-2FS 12.5型
吐出量 ——— 10ℓ×2
吐出圧 ——— Max 100 kg/cm²・G
材質 ——— 接液部 SUS 304
 プランジャー SUS 304 硬質クロムメッキ仕上げ
 ダイヤフラム テフロン
 弁, 弁座 SUS 316
 グランドパッキン V #2630
モーター ——— 3φ 200V 0.75KW 安増

製作数 4 台
ガラス管 12 本 予備品 4 本
Oリング P12 バイト (") 12 本



品番	部品名称	材質	数量	台分
11	裏面 カバ-	SUS 304	1	1
10	側面 カバ-	透明アクリル	2	2
9	前面 カバ-	SUS 304	1	1
8	キャップ	SUS 304	1	1
7	スリット		2	2
6	袋 ナット		2	2
5	ガラス板	ガラス	1	1
4	ナット		2	2
3	ガラス管		2	2
2	ナット (上)		1	1
1	ボタニ (下)	SUS 304	1	1

品名: パネル型液面計
組立図

図番	H-75029	尺度	1/1
記事		作図	50.4.3

納入先: 日本原子力研究所 高崎研究所
検査: 計測課 図写 50.3.3

多摩精器工業株式会社

図5・29 貯槽液面計 (LI-1~4)

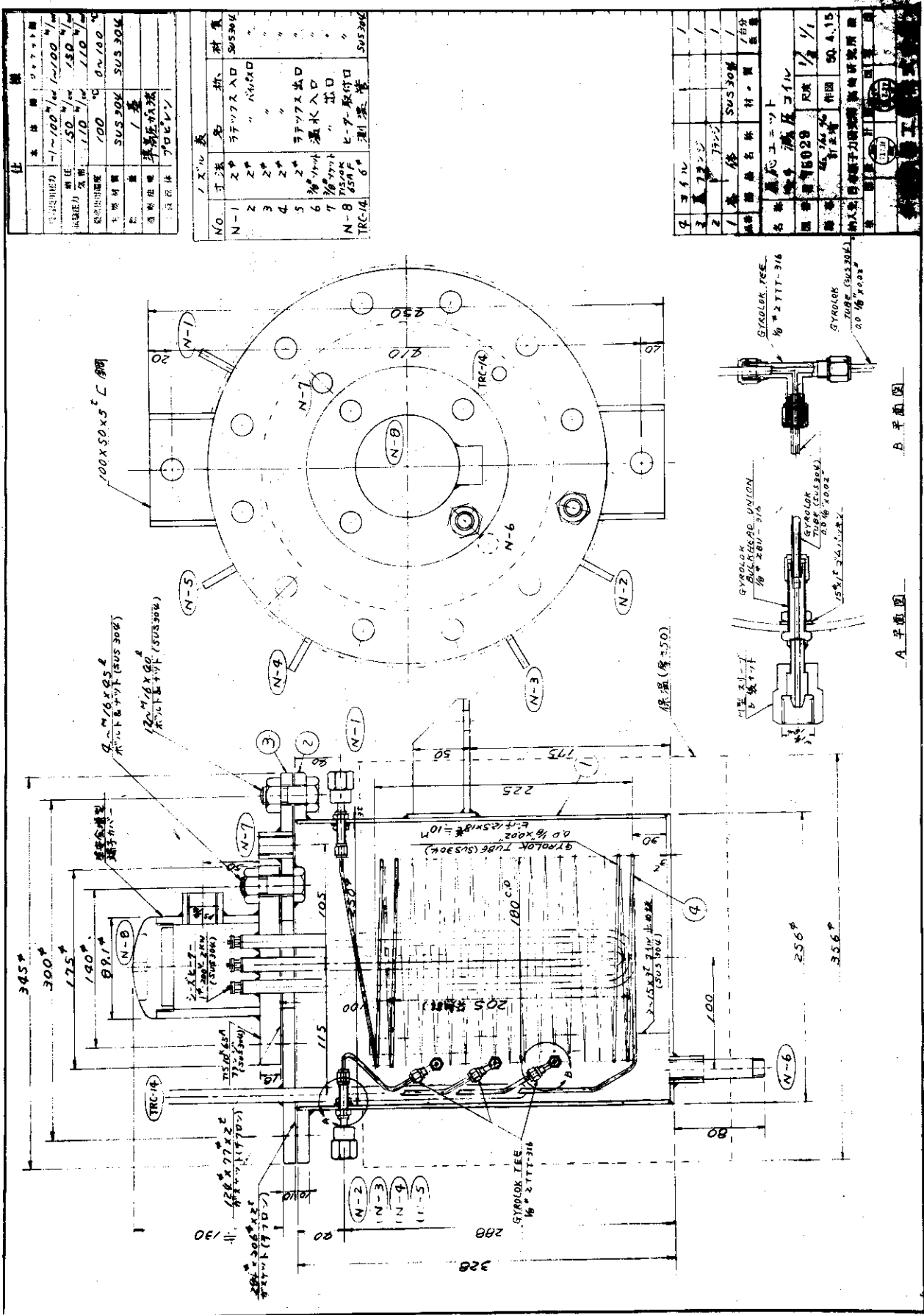


図 5・30 減圧コイル (M-4)

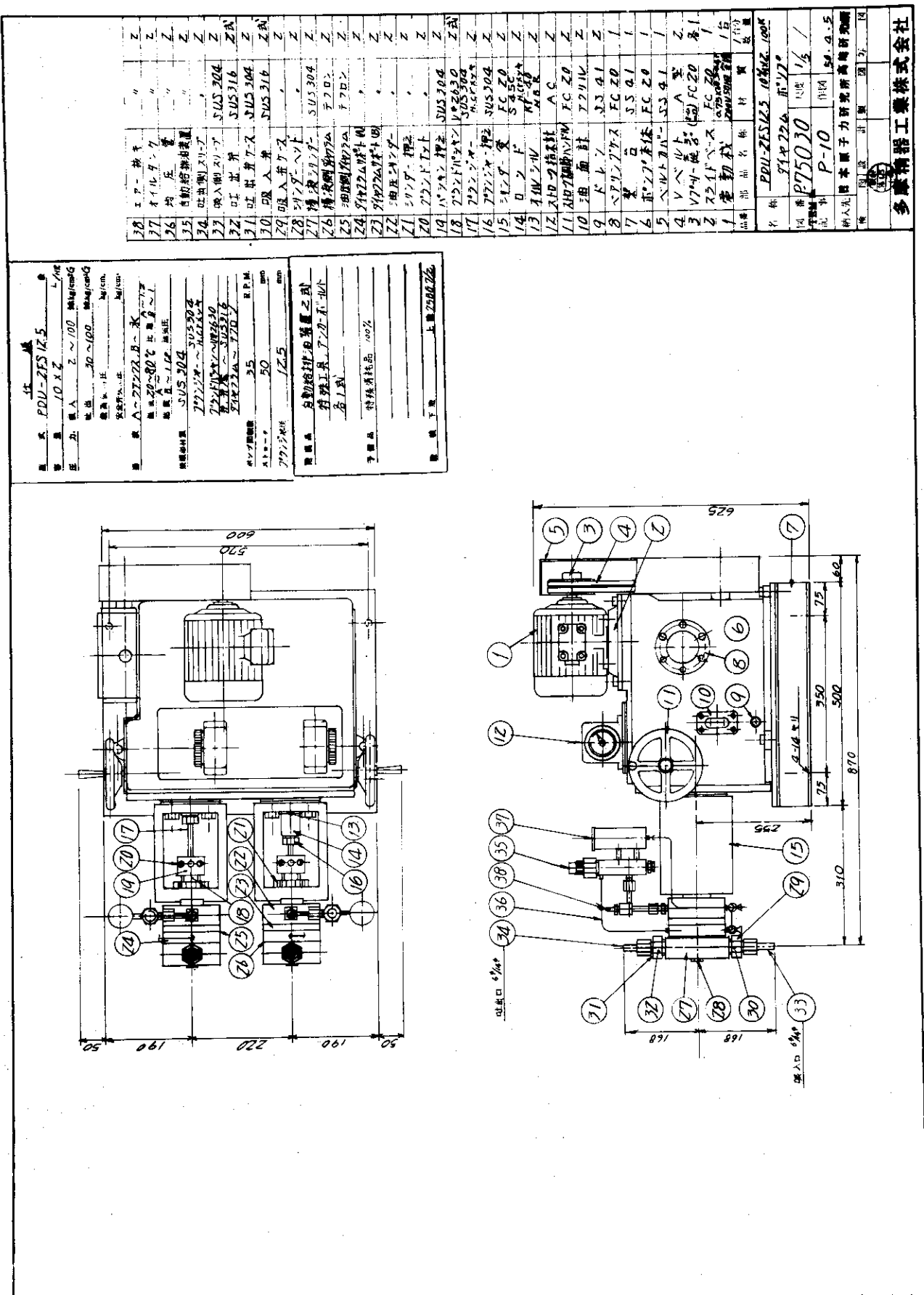
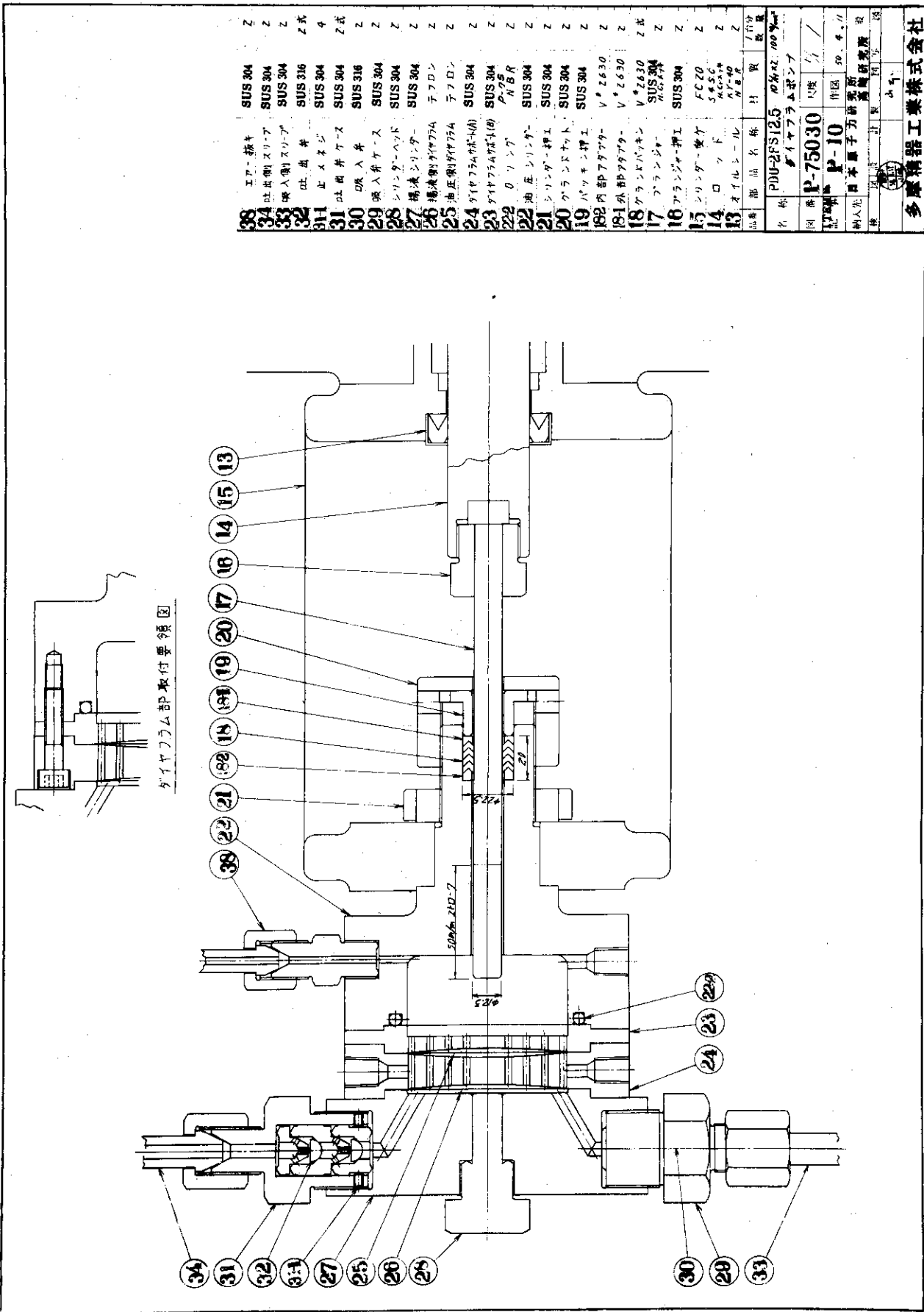


図 5・31 水送入・ラテックス抽出ポンプ (P-10)

多摩精器工業株式会社



ダイヤフラム部取付要領図

品番	部品名	材質	数量
38	工口 蓋キ	SUS 304	Z
34	吐出側スリップ	SUS 304	Z
33	吸入側スリップ	SUS 304	Z
32	吐出弁	SUS 316	Z式
31	止メネジ	SUS 304	4
30	吐出弁ケース	SUS 304	Z式
29	吸入弁ケース	SUS 316	Z
28	シリンダーヘッド	SUS 304	Z
27	掃液シリンダー	SUS 304	Z
26	掃液側ダイヤフラム	チタン	Z
25	油圧側ダイヤフラム	チタン	Z
24	ダイヤフラム	SUS 304	Z
23	ダイヤフラム	SUS 304	Z
22	ダイヤフラム	P-75	Z
21	油圧シリンダー	SUS 304	Z
20	シリンダー押工	SUS 304	Z
19	クランケット	SUS 304	Z
18	内部ダイヤフラム	V ² 2630	Z
17	外部ダイヤフラム	V ² 2630	Z
16	クランケット	SUS 304	Z
15	シリンダー	SUS 304	Z
14	シリンダー	FC20	Z
13	ダイヤフラム	SUS 304	Z

多摩精工工業株式会社

図5・31B 水送入・ラテックス吐出ポンプ構造図 (P-10)

5.5 反応ユニット

5.5.1 ユニットの概要と機能

フローシート	図5・32に示した
本体組立図(槽型)	図5・33に示した
〃 (管型)	図5・34に示した

図5・32に示したように、反応ユニットは4基の反応器のみから構成されていて、温度検出端があるのみで他の制御機器は付属していない。

反応ユニットは照射室内に設置されていて、ガス循環・液循環ユニットから送り込まれたラテックスがコバルト-60の照射を受け、ラテックス粒子中のモノマーの一部が反応する場を与える機能を有する。

本ユニットは図5・33に示したように、移動車の付いたベースは床に固定され、反応器は架台とともに前後に移動できる構造となっていて、反応器中の線量率を変えることができるようになっている。また、反応ユニットと配管との接続は、反応ユニットの位置が前後することを考慮して、プロセス配管と温水配管共にフレキシブルチューブで行なうようにした。

循環ラテックスの平均滞留時間が短くかつ滞留時間分布が小さくなるように、後になって管型反応器を製作した。

図5・34に示したように、管型反応器は10本の管をシリーズに接続したもので、反応器架台の前面に取付けられるようになっている。プロセス配管、温水配管、温度検出端は槽型反応器のものと同じものが用いられる。

5.5.2 機器の仕様

(1) 槽型反応器 (V-15A, B, C, D) 図5・35, 36 参照

条件により反応容積が変えられるように、反応器は4基に分割して製作した。このうちV-15AとBおよびV-15CとDは同一仕様で、いずれも構造は同じで内容積が異なるだけである。

槽型反応器は、図5・35, 5・36に示したように、液の出入口とガスの出入口の計4個のノズルと温度計座およびジャケットが設けてある。また、気相モノマーの供給を行ないながら反応を行なわせることもできるように、フランジ中央には 器用のノズルも設けてある。反応器の他への転用も可能なように、ジャケットは取りはずせる構造とした。

主要な仕様は次のとおり

製作所	——— 多摩精器工業(株)
内容積	——— V-15A, B 0.25ℓ (40φ×200H)
	V-15C, D 0.5ℓ (56φ×200H)
設計圧力	——— Max 100 kg/cm ² ・G
設計温度	——— Max 100℃
材質	——— SUS 304
検査	——— 気密検査, 耐圧検査

(2) 管型反応器

図5・37参照

管型反応器は図5・37に示したように10本の管から構成されているもので、管の本数を変えることにより反応容積を変更することができる。また、図5・37の詳細図に示したように、管と管との接続はニップル袋とナットスリーブで行なう方法を採用し、管内の掃除がしやすいように配慮した。ニップルのうち4個には温度計座を設け、任意の場所で温度測定ができるようにした。

10本接続したときの管型反応器の内容容積は0.68ℓで、その他の主要な仕様は槽型反応器に示したものと同一である。

(3) スリーブ配管、プラグ

図5・38参照

反応器へ通じる液循環ライン、ガス循環ラインおよび温水ラインは、照射室壁に設けてあるスリーブを通して配管するが、この場合スリーブからの放射線の漏洩を防止するため十分な遮へいが必要である。

この目的のため製作したのが図5・38に示したプラグで、中には磁鉄鉱が充填してある。

液およびガスの循環ラインはプラグの中では2重管になっていて、外側は温水の流路となっている。また、プラグの両端では袋ナットスリーブの継手となっていて、配管内の掃除が容易な構造となっている。

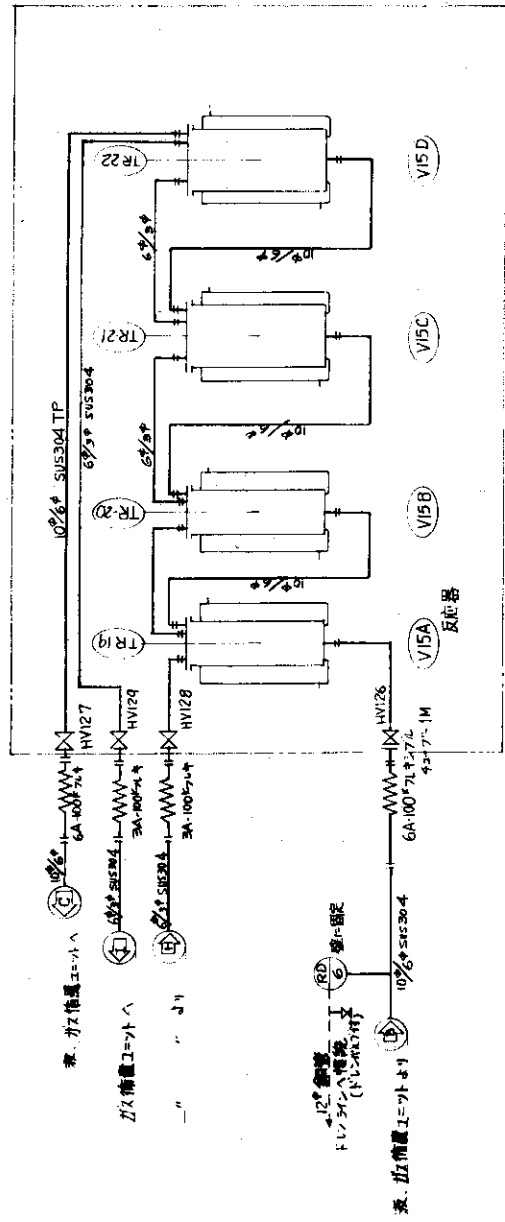
仕 機

常用圧力	100	kg/cm ²
ナスト圧力	150	kg/cm ²
温度	100	°C
材質	SUS 304	
数量	1	SET

配号	記号	材質
V15 A	0.25φ 反配器	SUS 304
B	"	"
C	0.5φ 反配器	"
D	"	"
TR 19	IC 熱電対 16φ/150φ 1/8φφ 球状形	"
20	"	"
21	"	"
22	"	"
HV126	6A 継ぎ足リアルト	SUS 304
HV127	"	"
HV128	3A	"
HV129	"	"
RD-6	150K 3A 破裂板式安全弁	"

品番	部品名称	材質	台分数量
名称	反応ユニット	フローシート	
図番	H75032-	尺度	/
記事番号		作図	50.3.5
納入先	日本原子力研究所 高橋研究室 製		
検	図	製	図
	客先		

多摩精器工業株式会社



(注) 温水フローシートは、別図「温水循環ユニット」をよ3。

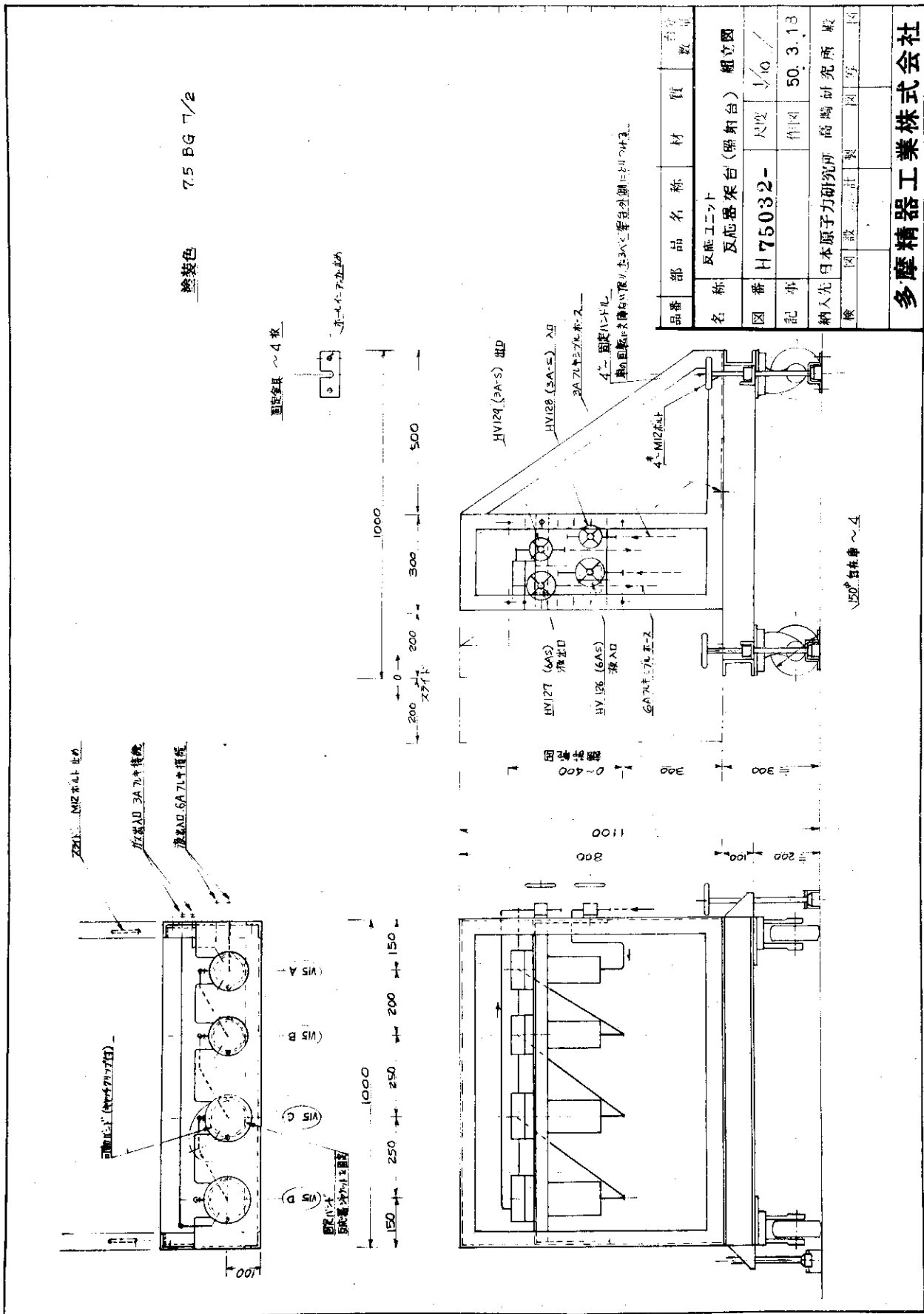


図 5・33 反応ユニット本体組立図(槽型)

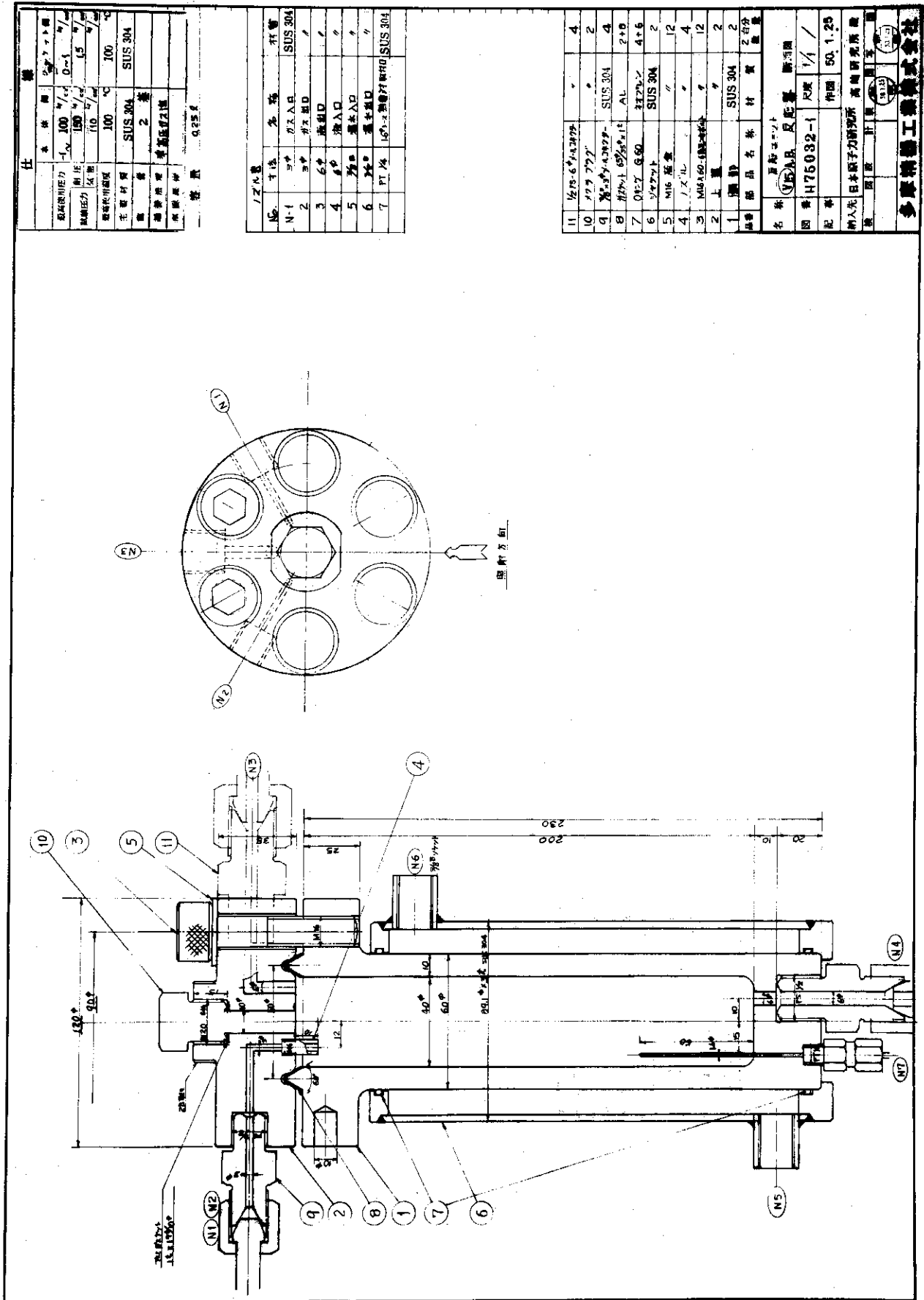
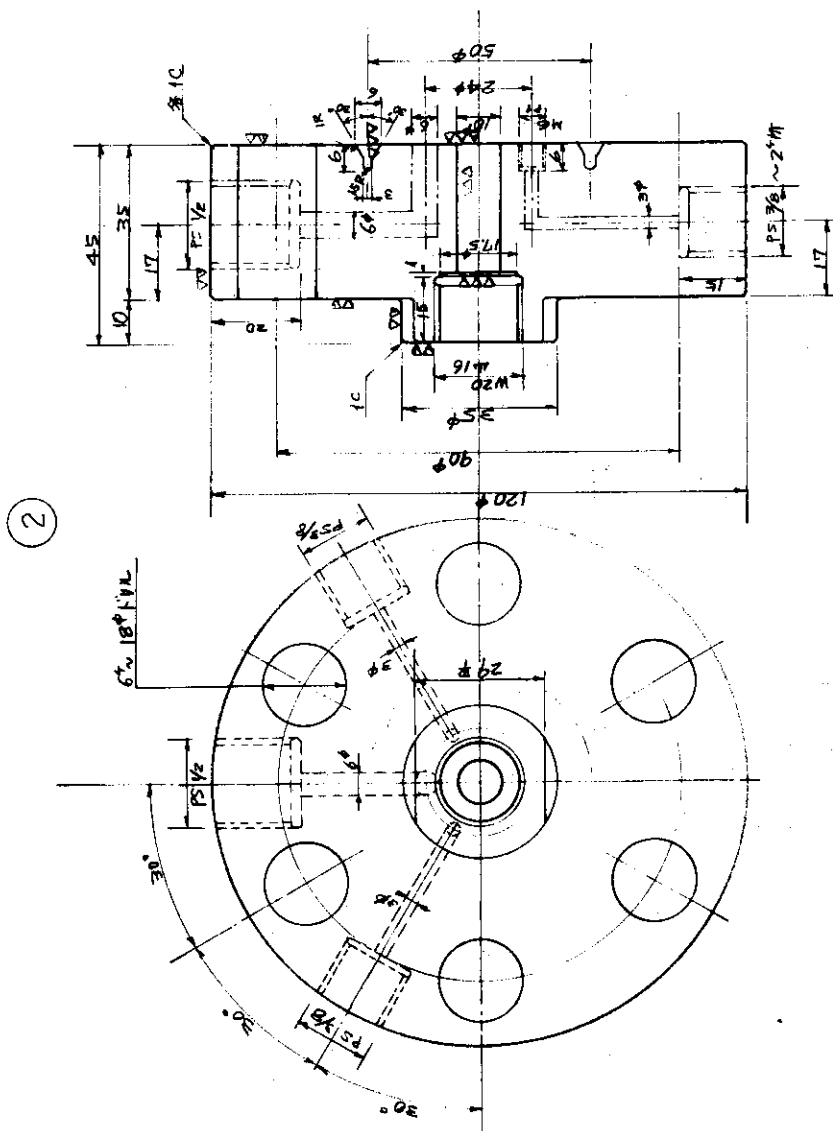


図 5・35 槽型反応器 (V-15A, B)



2	上蓋	SUS304	2
品番	部品名称	材質	数量
	反応器		
國番	75032	尺度	1/1
記事		作図	50.3.2
納入先	日本原子力研究所 殿		
校	図	設計	製
	図	写	図
多摩精器工業株式会社			

図 5・35C 反応器 (V-15A, B) 上蓋詳細図

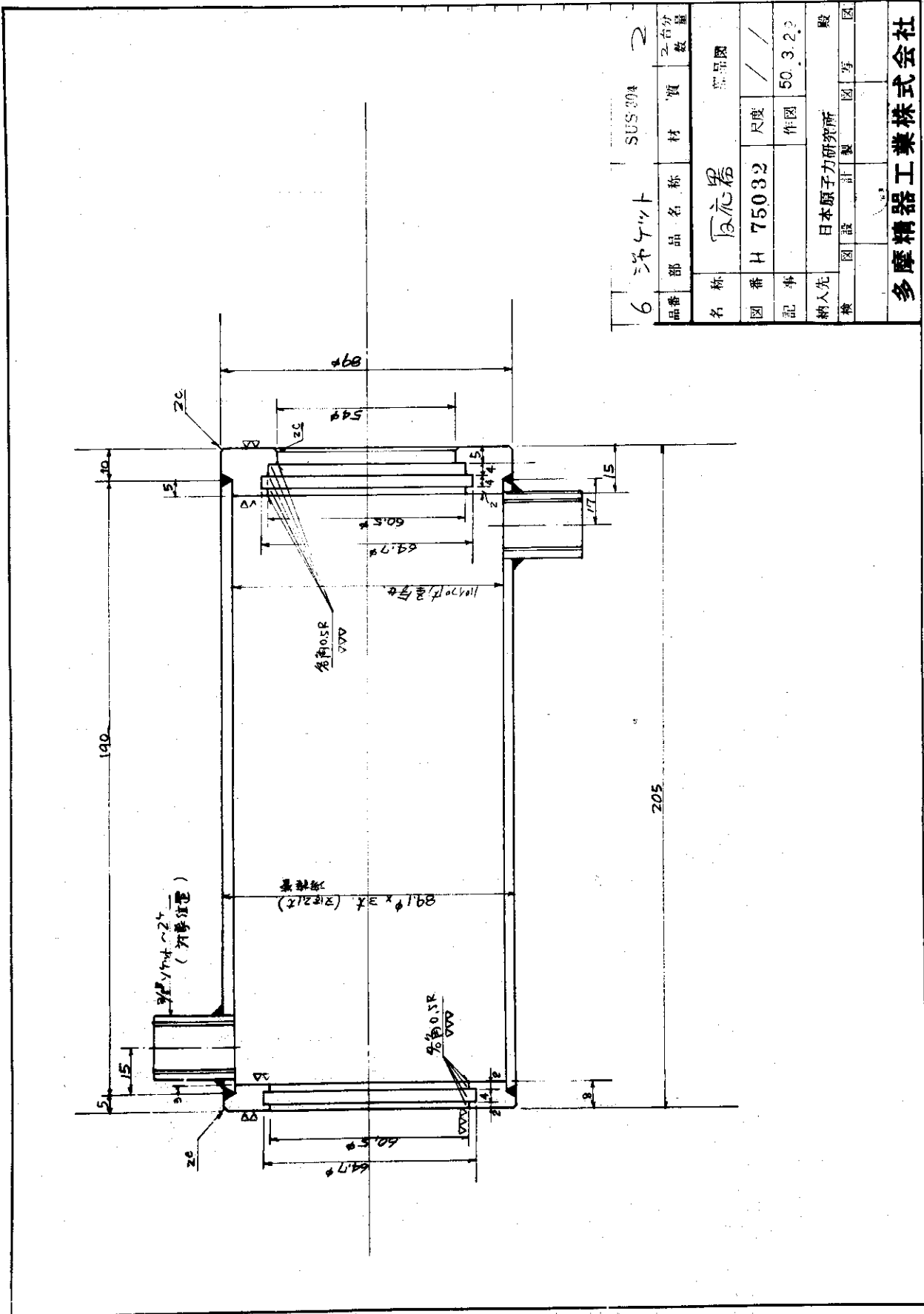


図 5・35D 反応器 (V-15A, B) ジャケット

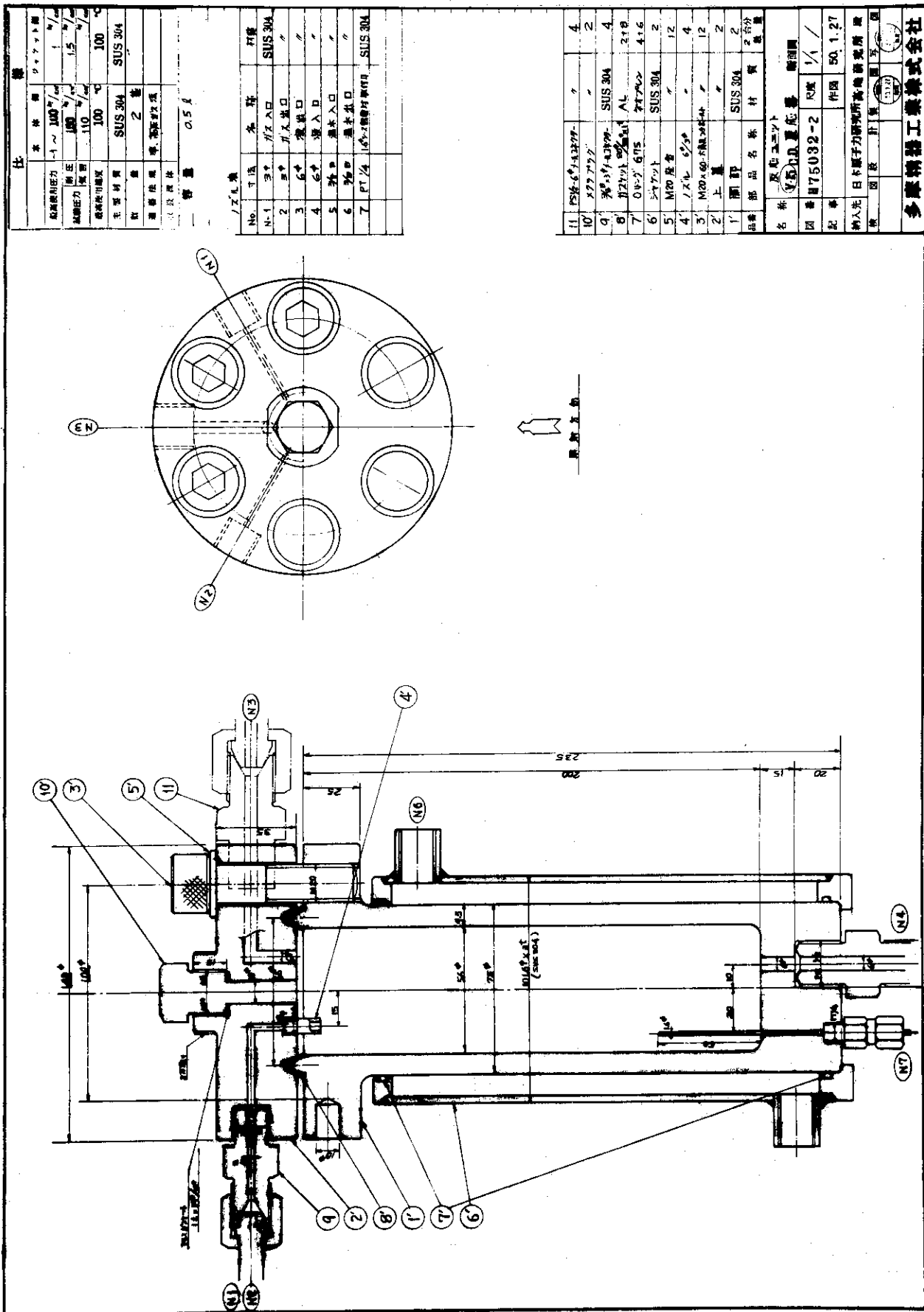
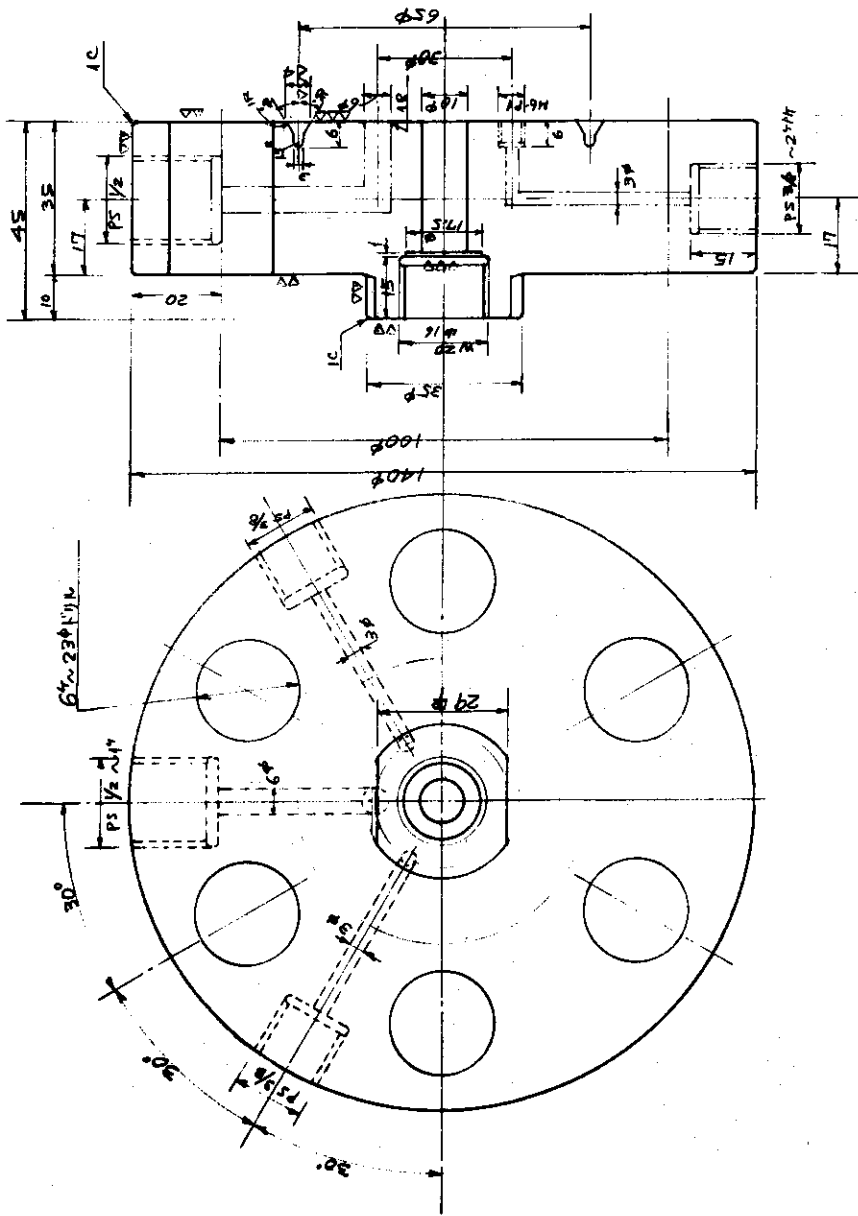


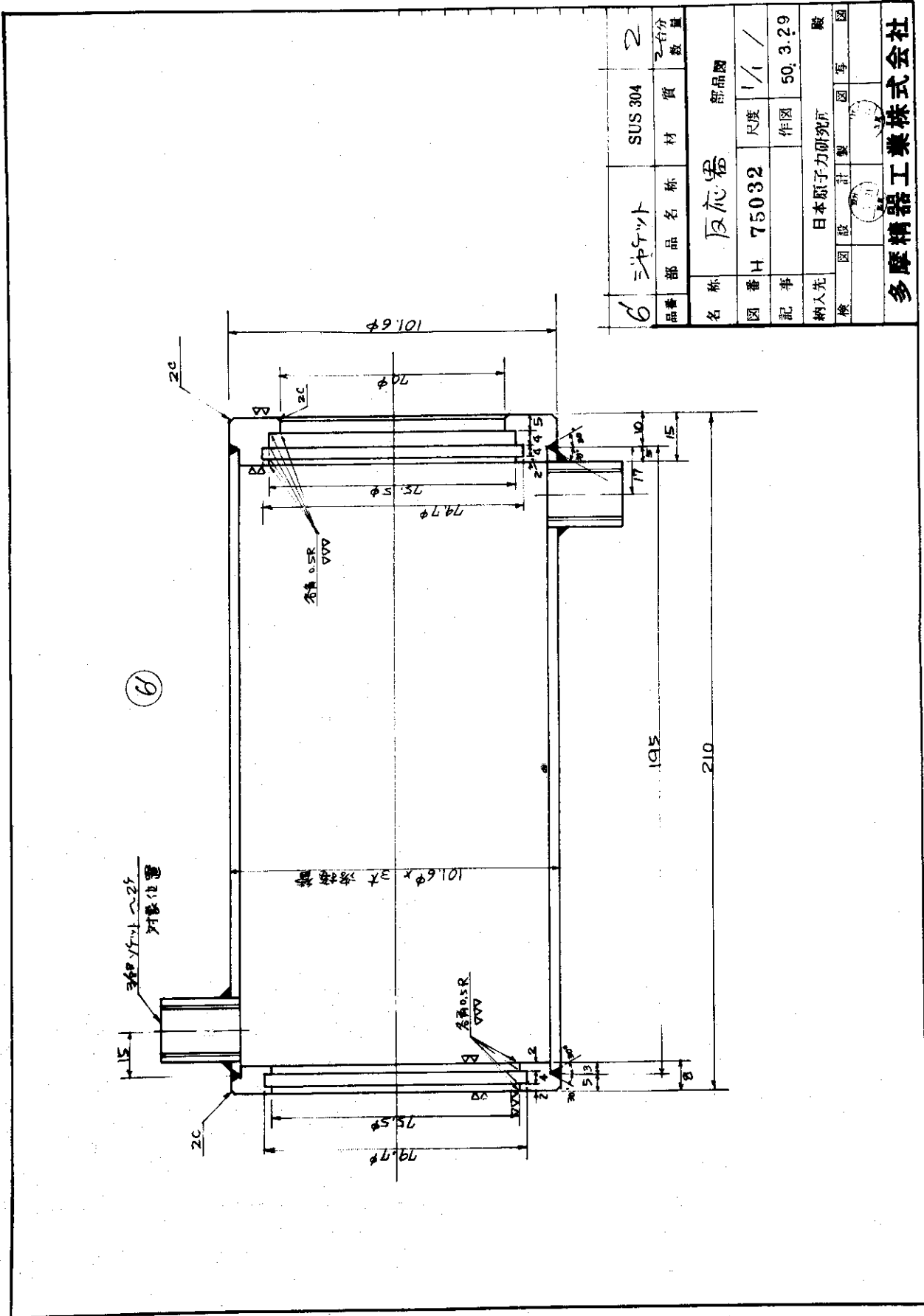
図 5・36 槽型反応器 (V-15C, D)

②



品番	2	上蓋	SUS 304	材質	2	百分	
名稱	部	品	名	稱	材	質	之
名稱	反	應	器	部	品	數	量
圖番	H	7	F	0	3	2	尺
圖番	作	國	度	1/4	尺	度	度
記事	50	3	2	部	品	數	量
納入先	日	本	原	子	力	研	究
機	團	設	計	製	國	寫	機
多摩精器工業株式会社							

図 5・36C 反応器 (V-15C, D) 上蓋詳細図



品番	6	ジャケット	SUS 304	2
品名	反応器	部品名	材質	2分数量
図番	H 75032	尺度	1/1	
記事		作図	50.3.29	
納入先	日本原子力研究所 殿			
検	図	設	計	製
	写	図	写	
多摩精器工業株式会社				

図 5・86D 反応器 (V-15C, D) ジャケット

5.6 組成制御ユニット

5.6.1 ユニットの概要と機能

フローシート	図 5・39 に示した
本体組立図	図 5・40 に示した
電源・計装盤	図 5・41 に示した

図 5・39, 5・40 に示したように, 組成制御ユニットはガスクロマトグラフ, 接点付記録計, インテグレーター, オートインジェクターおよびプログラマーから構成されている。

本ユニットは気相モノマーのサンプリング, ガス分析, 組成の適否の判定および組成制御用モノマーの送入を自動的に行なう機能を有する。

5.6.2 機器の仕様

(1) オートインジェクター

オートインジェクターは, ガス循環・液循環ユニットからサンプリングされた気相モノマーをガスクロマトグラフ内の計量管に一定量採り, 注入コックを作動させてこの試料をカラム内に注入する機能を有している。

通常は図 5・42 に示すように組立てられているが, 試料やキャリアーガスの流路をできるだけ短くしてピークの分離を良好にすること, および試料の注入量を一定にするため計量管の温度を一定に保つことなどの理由で, 注入コック, ソレノイドバルブ, 計量管はガスクロマトグラフに付属させた。

流路図および作動図を図 5・43 に示した。試料は次の順序でカラムに注入される。

- ①電磁弁 (MV-1) が約 1 秒開き, MV-1 と MV-2 の間の配管 (約 5 ml) に高圧の気相モノマーが採取される。
- ②約 5 秒 (半固定タイマー) 後に電磁弁 (MV-2) とソレノイドバルブが同時に開き, 高圧の試料は細管を通りながら減圧されて計量管中を流れページされる。
- ③約 20 秒 (T_2 ; 半固定タイマー) 後に電磁弁 (MV-2) とソレノイドバルブが閉じる。
- ④その後約 10 秒間 (T_1 ; 半固定タイマー) 放置して計量管中の試料の圧力, 温度がバランスしたのち, 注入コックが作動 (鎖線の流路となる) して計量管中の試料はキャリアーガスとともにカラム中へ送られる。
- ⑤分析が終了し所定の時間 (T_3 ; 可変タイマー) が経ったら, 注入コックが作動 (実線の流路) し, 同時に①の動作が開始され, ①~⑤の作動が操返えされる。

主要な仕様および操作法は次のとおり

製作所	—— 日本クロマト工業 (株)
電源	—— AC 100V 3A (ヒューズ 5A)
計量管	—— 内容積 1 ml, SUS 304
スイッチ	—— SOURCE ; ON でランプ点灯, 電源が入る START ; ランプ点灯で作動開始 CHANGE ; 注入コックを手動で作動させる。点灯時はサンプリング

RECYCLE ; ONで操返し作動

VALVE ; ソレノイドバルブを手動で作動させる。ONで開く。

タイマー —— T_1 ; 3~30秒 可変(設定10秒)
 T_2 ; 3~30秒 可変(設定20秒)
 T_3 ; 0.4~7分 可変(設定4.5秒)
 T_7 ; インテグレーターのファーストセット時間の調節用

(2) ガスクロマトグラフ

主要な仕様および測定条件は次のとおり

製作所 —— 島津製作所
 型式 —— GC-3BT型
 形状 —— 390×310×395H
 電源 —— AC 100V (±10%) 10A
 検出部 —— TCD
 カラム —— ポラパック (4φ×3φ×1.1m)デュアルカラム
 キャリヤー —— He, 30 ml/min
 温度 —— 恒温槽 100°C (Max 300°C-1mV)
 電流 —— 100 mA (250 mA -1 mV)

(3) インテグレーター

主要な仕様は次のとおり

製作所 —— 島津製作所
 型式 —— ITG-4A型
 形状 —— 463×440×165H
 電源 —— AC 100V 0.5A
 使用温度 —— 0~40°C

(4) 接点付記録計

接点付記録計は通常の電位差記録計に警報ユニットを取付けたもので、ガスクロのピークを記録するとともに、プロピレンのピーク高がどれ位かを判別するための信号を出す機能を有する。すなわち、1ペンの記録計に6個の設定任意の接点が付いていて、接点の作動状況によりピーク高がどの範囲に入っていたかを知ることができる。

主要な仕様は次のとおり

製作所 —— 横河電機製作所
 型式 —— 4031(ER)-1056-A06-D06
 0~10 mV, 1ペン, 警報6設定
 電源 —— AC 100V 40VA (警報ユニット共)

(5) プログラマー

プログラマーはオートインジェクターからの信号と接点付記録計からの信号を受けて、①電磁弁(MV-1, 2)の作動指令、②気相モノマーの組成(プロピレン濃度)の判定、③判定結果の表

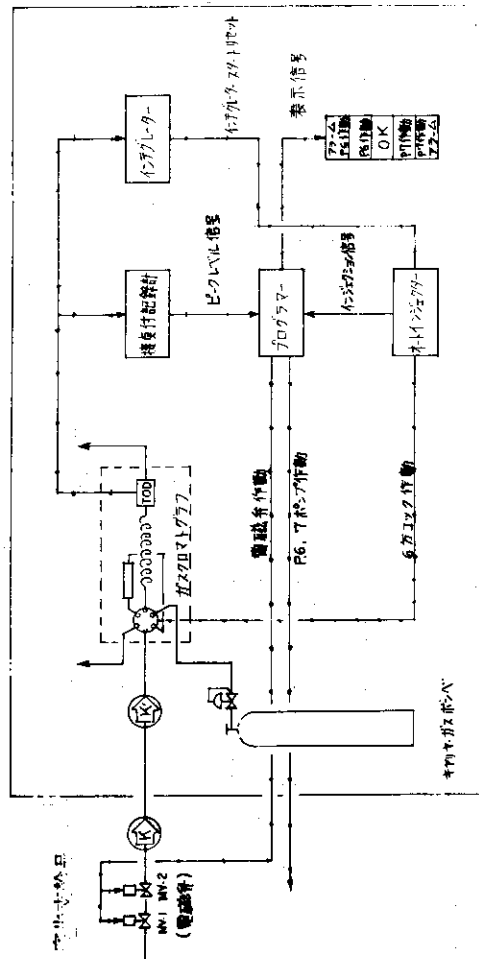
示と警報、④組成制御用ポンプ(P-6, 7)の作動指令などの機能を有しているもので、電源・計装パネル前面に取付けた操作・表示部とパネル内に設置したりレーボックスとから構成されている。

プログラマーの回路を図5・44に示したが、この回路に基づきその作動について説明する。

オートインジェクターのインジェクション信号(インテグレーター用のスタート信号)でR1^{*1)}(1)→PR1(0)→T1^{*1)}(0)となるが、インジェクション信号は約1秒なので直ちに信号が切れてR1(0)→PR1(1)→T1(1)となり、タイマー(T1)は復起したのち直ちに作動が開始する。タイマー(T1)の設定時間後T1-1(1)→R16(1)となり、記録計の警報接点(C1~C5)が組成判定の上で有効となる。その後プロピレンのピークが出はじめ警報接点が順番に閉じはじめると、たとえばC1, C2が閉じるとR2(1), R3(1), R4(1)となり、ピークが出終りC1(0), C2(0)となってもR2以外は保持される。R2(0)となると同時にR9(1)となる。R9は自己保持されR9(1)→PR5(1)が作動しそれ以後のピークによる警報接点の作動は無視される。R2(0)→R9(1)でプロピレンの濃度が設定値(C3~C4)よりも低いことが表示されるとともに、R9(1)→PR3(1)で組成制御ポンプが作動しタイマー(T2)の設定時間だけプロピレンが送入される。

これらの回路のリセットはR15(1)のとき行なわれる。すなわち、T1-1(1)のときR16(1)でピーク検出後はR14(1)であり、R14(0)でR16(1)のときR15(1)となる。したがって、組成制御用ポンプ(P-6, 7)の作動時間は、プロピレンのピーク検出が完了した時点から次の分析周期の直前にリセットされる迄の時間内で、タイマー(T2, T3)により任意に設定することができる。T2, T3の設定時間より早く次の分析周期に入っても、リセット時にはポンプは停止し次の判定に従って作動することになる。

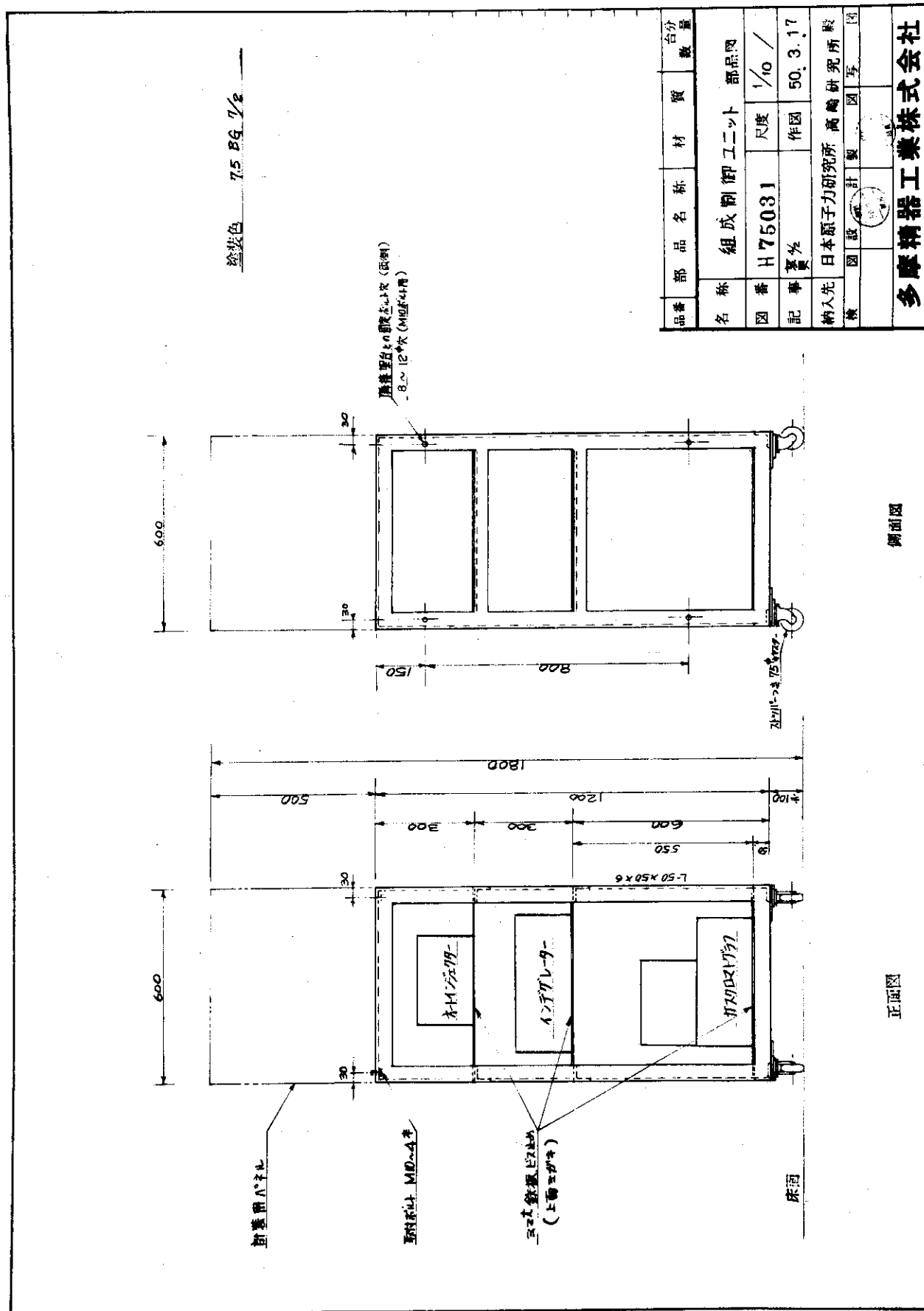
プロピレン送入用のポンプはR8(1), R9(0)またはR8(0), R9(1)でPR3(1)となり作動し、テトラフルオールエチレン送入用のポンプはR11(1), R12(0)またはR11(0), R12(1)でPR4(1)となり作動する。アラームブザーはR8(1)またはR12(1)でPR2(1)となり作動するが、R13(1)を保持することでブザーは停止する。



(M-7) 組成検出制御装置 客先支給品

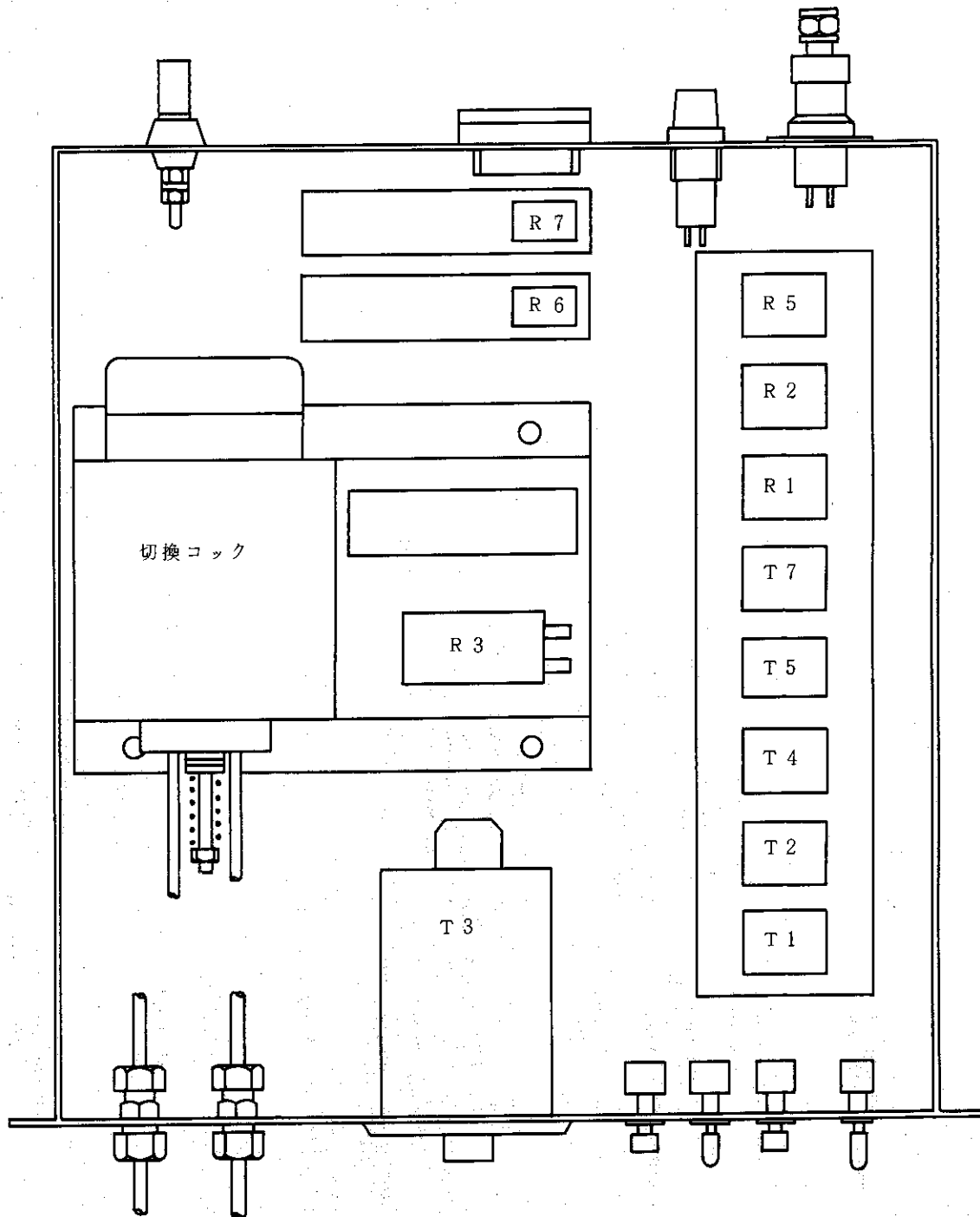
品番	部品名称	材質	台分 数量
名称	組成制御ユニットフローシート		
図番	H7503.1	尺度	/ /
記事		作図	50.3.4
納入先	日本原子力研究所 高崎研究所		
検	図	設計	図写
		客先	
多摩精器工業株式会社			

図 5・39 組成制御ユニットフローシート



品番	部品名称	材質	台分
名称	組成制御ユニット	部品図	
図番	H75031	尺度	1/10
記号	第1	作図	50.3.17
納入先	日本原子力研究所 高橋研究所 設		
検	図	設	計
	製	図	写
多摩精器工業株式会社			

図 5・40 組成制御ユニット本体組立図



- T 1 ; 計量管サンプル大気バランスタイマー (可変)
- T 2 ; 計量管サンプルチャージタイマー (可変)
- T 7 ; インテグレーターファーストセットタイマー (可変)
- T 3 ; 分析周期設定タイマー (可変)

図 5.4 2 オートインジェクター組立図

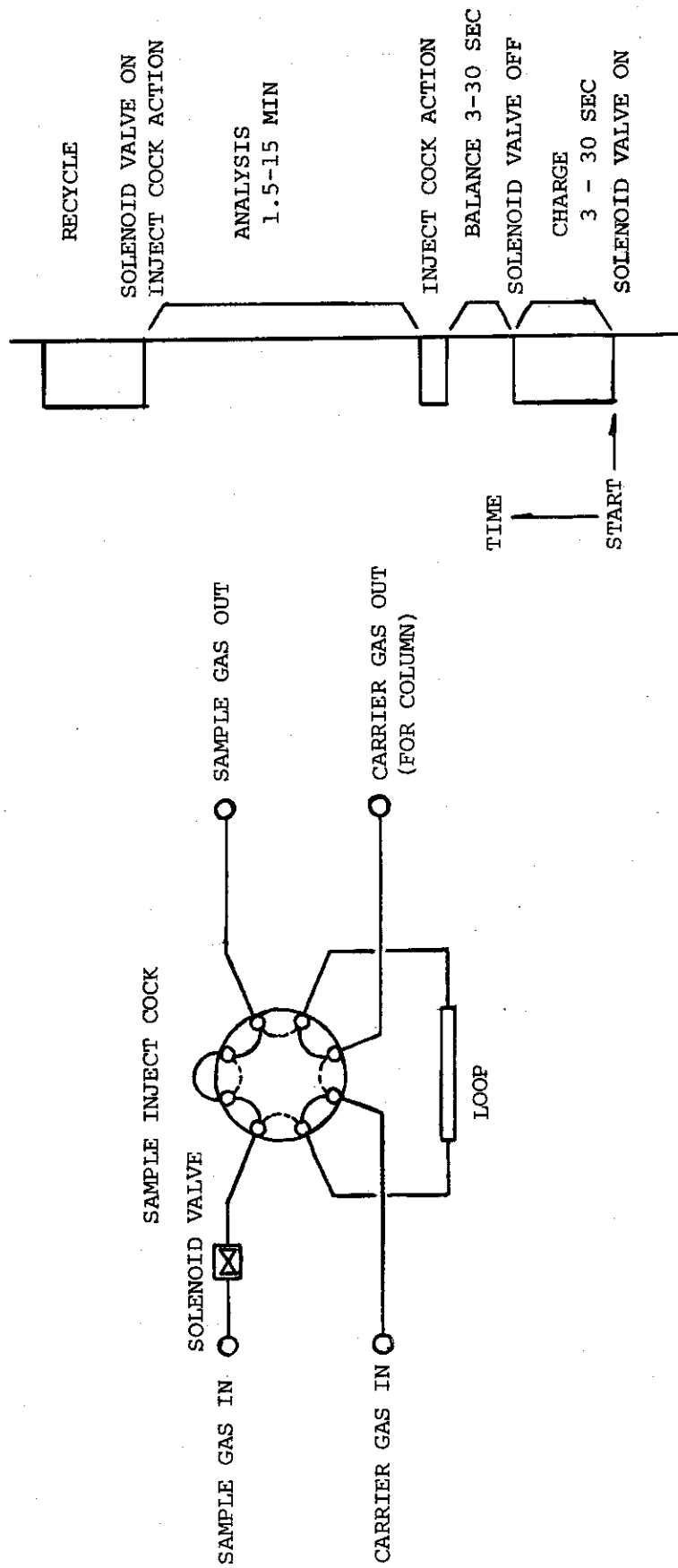
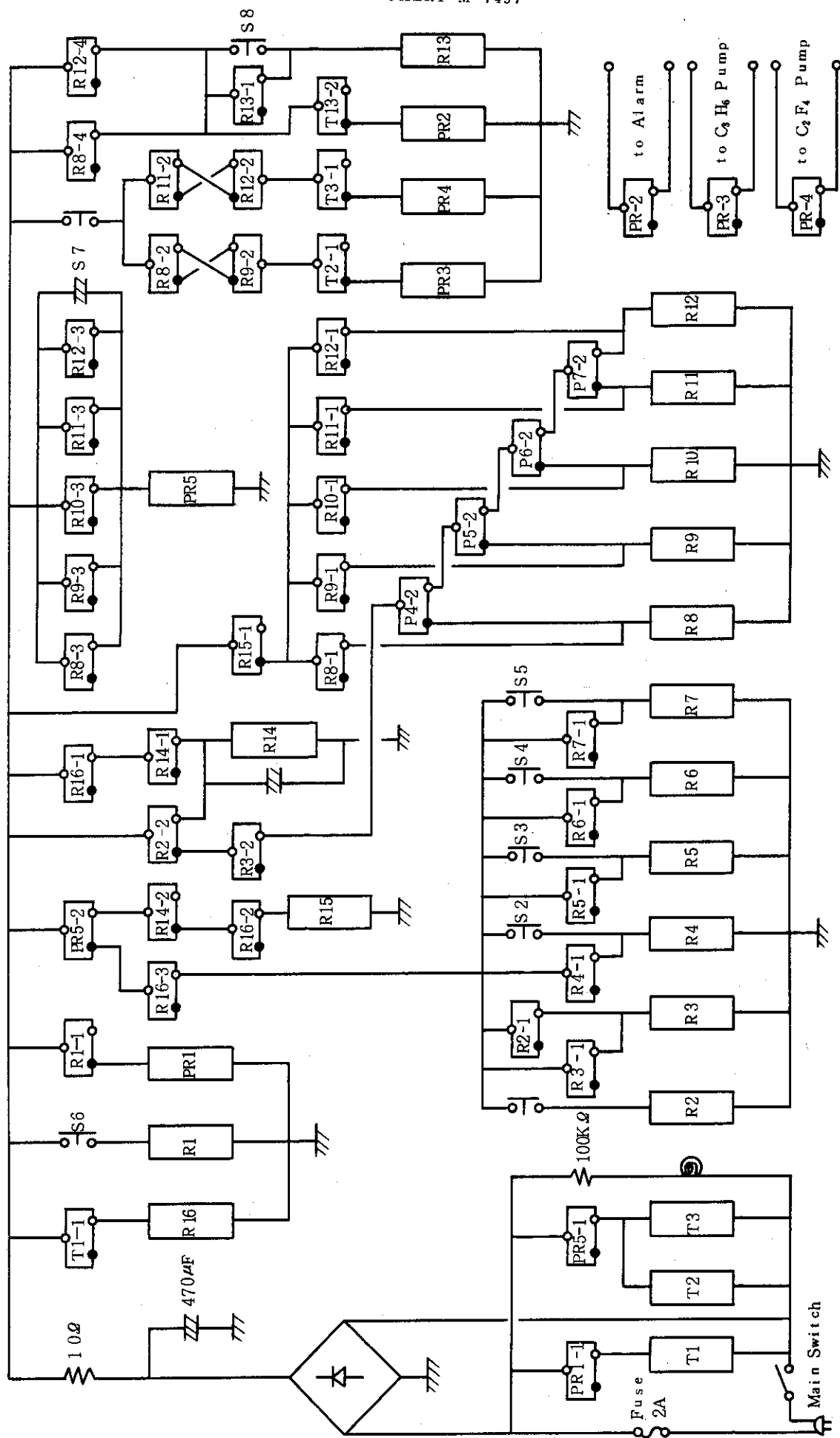


図5・43 オートインジェクター流路および作動図



5.4.4 プログラママー回路図

5.7 温水ユニット

5.7.1 ユニットの概要と機能

フローシート	図 5・45 に示した
全体組立図	図 5・46 に示した
電源・計装パネル外形図	図 5・47 に示した
電源・計装シーケンス	図 5・48 に示した

図 5・45 に示したように、温水ユニットは温水タンク (M-5)、温水ポンプ (P-11) 等の機器と、流量計 (FI-5~7) および温度制御用等の計装機器から構成されている。また、室温以下の反応も考慮して、温水ユニットに冷水タンク (M-6) を付属し、条件に応じて温水でも冷水でも流せるように配慮した。これらの機器は流量計を除き全て支給品で賅った。

本ユニットの機能は、一定温度に制御された温水又は冷水を循環して、ガス循環・液循環ユニット、ラテックス抽出・水送込ユニットおよび反応ユニットの機器と内容物を一定温度に保つことで、温水と冷水の切替はボールバルブ (BV-8, 9) で簡単に操作できるようになっている。また、各ユニットへの温水又は冷水の分配はニードルバルブ (LNV-51~53) で行ない、それぞれのラインに設けた流量計 (FI-5~7) でその流量を確認することができる。全体の循環量は温水ポンプ (P-11) 吐出側に設けたバイパスバルブ (LNV-54) で調節し、またポンプの吐出圧の上昇を防止するため逃し弁 (SV-10) を設けてある。

各ユニットへの配管は外径 12mm ϕ の銅管とリング圧着型の継手 (富士金属製) を用いて行ない、十分な保温が施工されている。また各ユニットの出入口にバルブを設けるとともに、各ジャケットにはドレン抜き用のバルブを設けた。

機器は図 5・46 に示したように配置した。また、前面のパネルには切替バルブ、調節用バルブおよび流量計等を配置し、操作性を考慮した。

冷水タンク (M-6) は図 5・1 の全体配置図に示したように別置とし、温水ユニットとはトレンチを通した配管で接続した。

5.7.2 機器の仕様

(1) 温水タンク (M-5)

図 5・49 参照

温水タンクは図 5・49 に示したようにシーズヒーターが設けてある断熱水槽で、上部の蓋には温度測定制御用の温度計そう入孔がある。ヒーターは 3 組あり、そのうちの 1 組がコントロール用である (図 5・48 参照)。また、温水温度の均一化をはかるための温水循環ポンプ (P-12) を付属した。

主要な仕様は次のとおり

製作所	——	液酸化工機 (株)
製作年月	——	昭和 46 年 8 月
形状寸法	——	槽内 500×500×500H (約 125 ℓ)
		外形 660×660×1060H (架台含む)
材 質	——	槽内 SUS 27 1.2 t 内張り

槽外 SS41 1.2t張り, 塗装N-6
 保温 グラフウール 80t
 主骨 L鋼(6×50×50)
 ヒーター —— 1φ 200V 2KW×3
 ポンプ —— 26ℓ/min (Head 4mm), 日本サーボ(株)製
 JP-107型, 1φ 100V 90W

(2) 冷水タンク(M-6)

図5・50参照

冷水タンクは図5・50に示したように, 冷却管の付属した冷水槽と冷凍機から構成されていて, 温水ポンプ(P-11)の停止時に冷水の温度の均一化をはかるための循環ポンプ(P-13)を付置した。

主要な仕様は次のとおり

製作所 —— 液酸化工機(株)
 製作年月 —— 昭和46年8月
 形状寸法 —— 槽内 800×600×400H (約190ℓ)
 外形 1000×800×1500H (架台含む)
 材 質 —— 槽内 SUS27 1.2t内張り
 槽外 SS41 1.2t張り, 塗装N-6
 保温 発泡ウレタン 100t
 主骨 L鋼(6×50×50)
 冷凍機 —— 日立151B-CW型, 3φ 200V 1.5KW 安増,
 能力; 1690 Kcal/hr (-30℃), R-22
 ポンプ —— 温水循環ポンプに同じ

(3) 温水ポンプ(P-11)

主要な仕様は次のとおり

製作所 —— (株)花塚製作所(宇都宮市)
 型 式 —— PF-60型
 吐出量 —— 60ℓ/min (1500rpm)
 許容圧力 —— Max 5 kg/cm²・G
 許容温度 —— -10℃~120℃
 材 質 —— SUS32 (接液部)
 モーター —— 3φ 200V 0.4KW 2.4A 防爆(eG2)

仕様

常用圧力	0.3 ~ 6	kg/cm ²
テスト圧力	7	kg/cm ²
温度	MAX. 100	°C
材質	BC, S4P,	
標準	SET	

記号	記号	設置
M 5	温水ポンプ	客先支給品
M 6	冷水ポンプ	客先支給品
P 11	温水ポンプ	客先支給品
P 12	冷水ポンプ	客先支給品
P 13	温水ポンプ	客先支給品
P 14	冷水ポンプ	客先支給品
F 15	温度検出計	客先支給品
F 16	温度検出計	客先支給品
F 17	温度検出計	客先支給品
PI 23	圧力検出計	客先支給品
TIC 25	温度制御器	客先支給品
TIC 26	温度制御器	客先支給品
TIC 27	温度制御器	客先支給品
BV 8	安全弁	客先支給品
BV 9	安全弁	客先支給品
LV 55	圧力検出計	客先支給品
LV 56	圧力検出計	客先支給品
LV 57	圧力検出計	客先支給品
LV 58	圧力検出計	客先支給品
LV 59	圧力検出計	客先支給品
LV 60	圧力検出計	客先支給品

品番	部品名称	材質	割合
名称	温水ユニット	フローシート	
図番	H75033-	KJ	
記号	割合	作図	50.3.16
納入先	日本原子力研究所 高温研究所		
製	多摩精機工業株式会社		

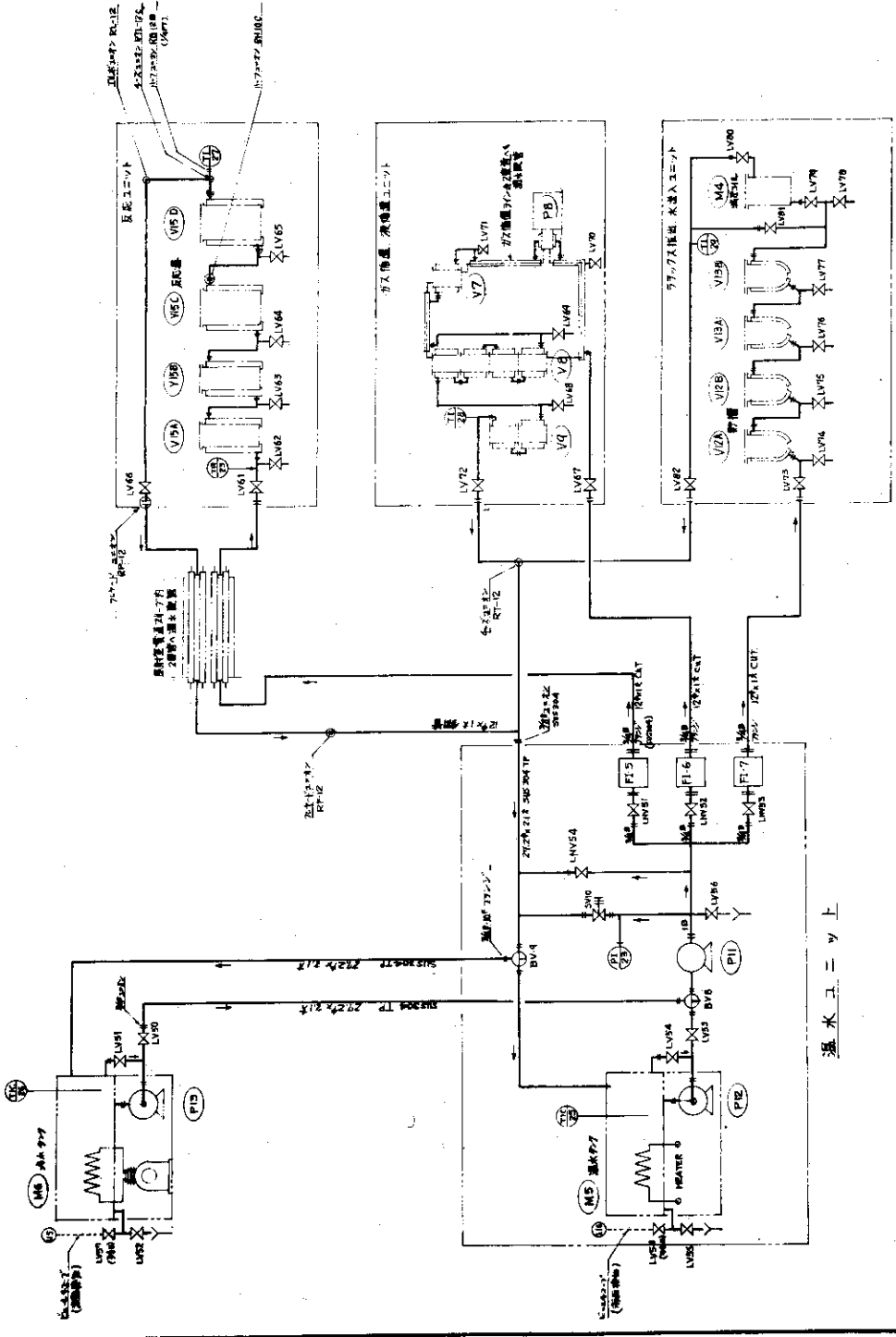
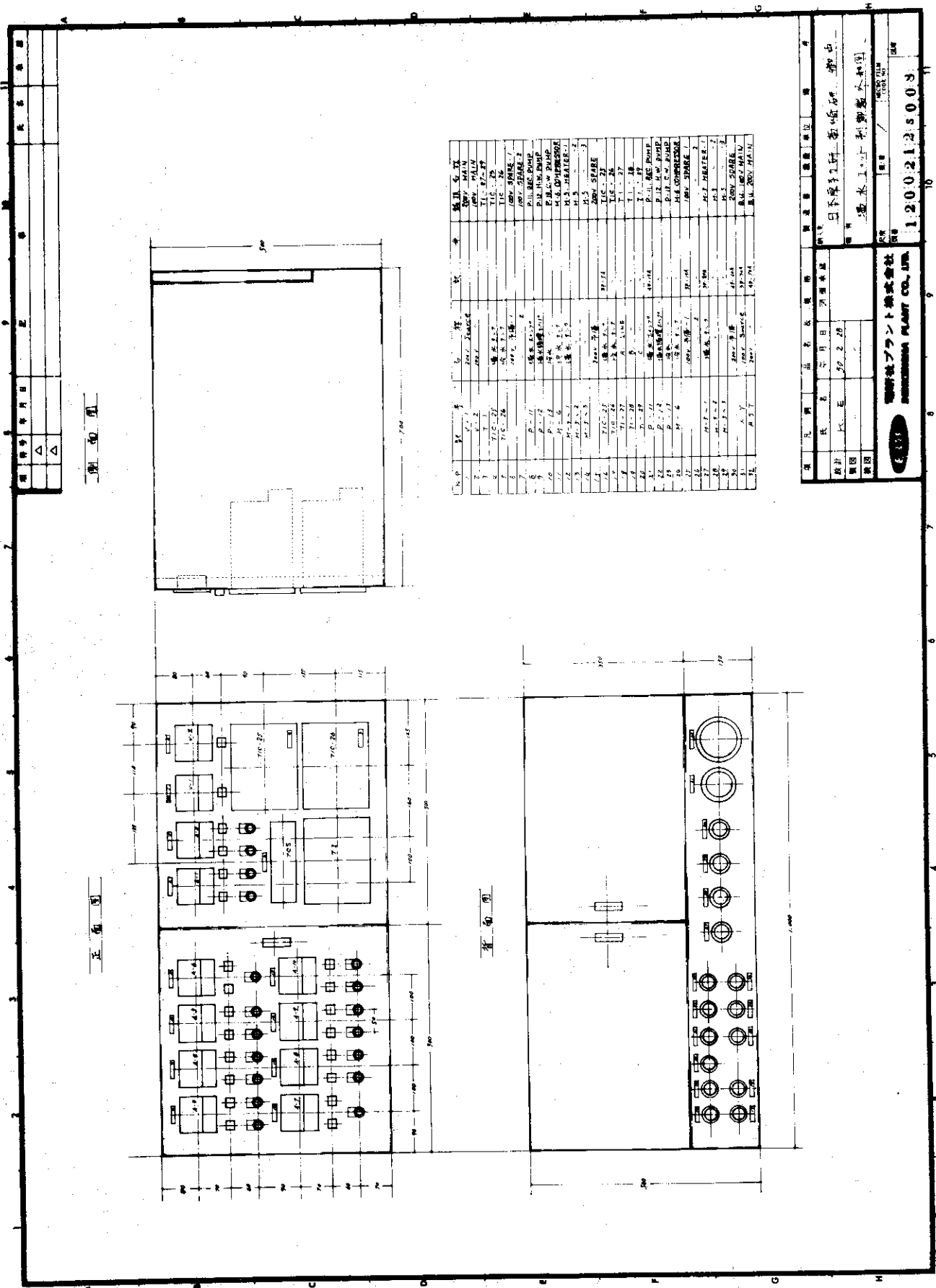


図 5・45 温水ユニットフローシート



品名	規格	数量	単位	備註
電源	AC 100V	1	個	
電圧計	0-100V	1	個	
電流計	0-10A	1	個	
電圧スイッチ	100V	1	個	
電流スイッチ	10A	1	個	
電圧表示灯	100V	1	個	
電流表示灯	10A	1	個	
電圧リレー	100V	1	個	
電流リレー	10A	1	個	
電圧保護装置	100V	1	個	
電流保護装置	10A	1	個	
電圧検出装置	100V	1	個	
電流検出装置	10A	1	個	
電圧調整装置	100V	1	個	
電流調整装置	10A	1	個	
電圧監視装置	100V	1	個	
電流監視装置	10A	1	個	
電圧制御装置	100V	1	個	
電流制御装置	10A	1	個	
電圧保護リレー	100V	1	個	
電流保護リレー	10A	1	個	
電圧検出リレー	100V	1	個	
電流検出リレー	10A	1	個	
電圧調整リレー	100V	1	個	
電流調整リレー	10A	1	個	
電圧監視リレー	100V	1	個	
電流監視リレー	10A	1	個	
電圧制御リレー	100V	1	個	
電流制御リレー	10A	1	個	
電圧保護装置	100V	1	個	
電流保護装置	10A	1	個	
電圧検出装置	100V	1	個	
電流検出装置	10A	1	個	
電圧調整装置	100V	1	個	
電流調整装置	10A	1	個	
電圧監視装置	100V	1	個	
電流監視装置	10A	1	個	
電圧制御装置	100V	1	個	
電流制御装置	10A	1	個	

設計者: 日本原子力研究所 香崎 研一
 製図者: 清水 利雄
 製図日: 昭和 28 年 2 月 28 日
 製図場所: 東京 1-1-1 利研 製大 研
 製図番号: 1200212s003
 製図単位: 利研 製大 研
 製図者: 清水 利雄
 製図日: 昭和 28 年 2 月 28 日

図 5・47 温水ユニット電源・計装パネル外形図

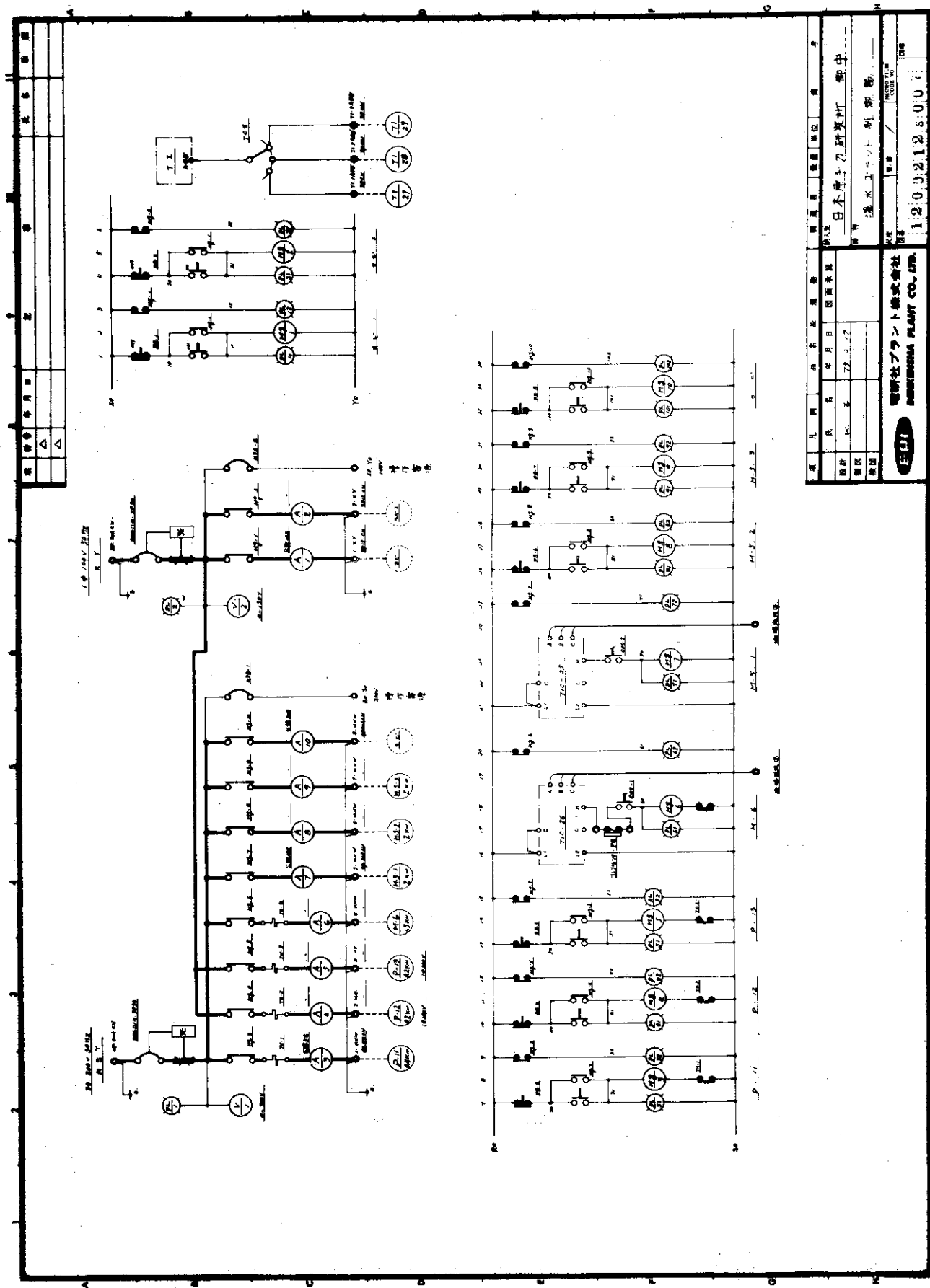
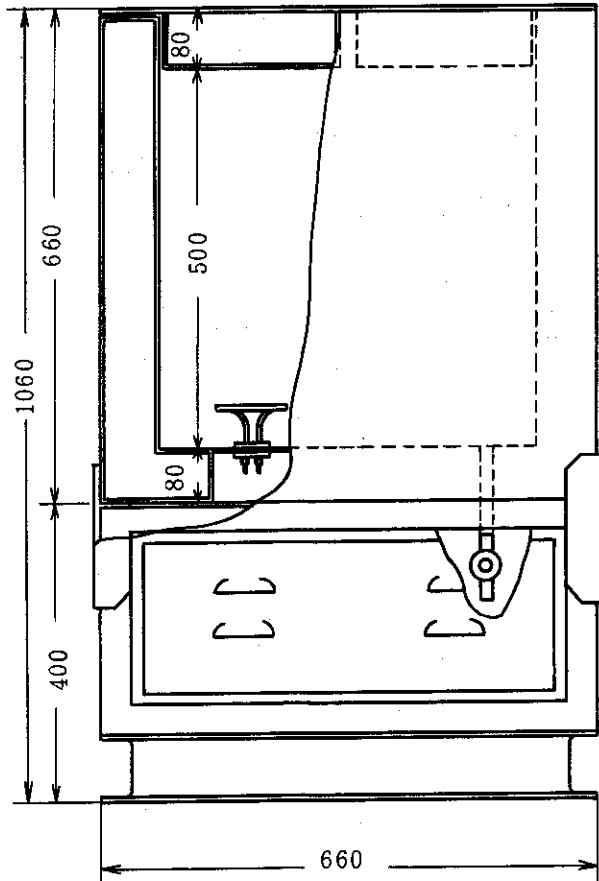
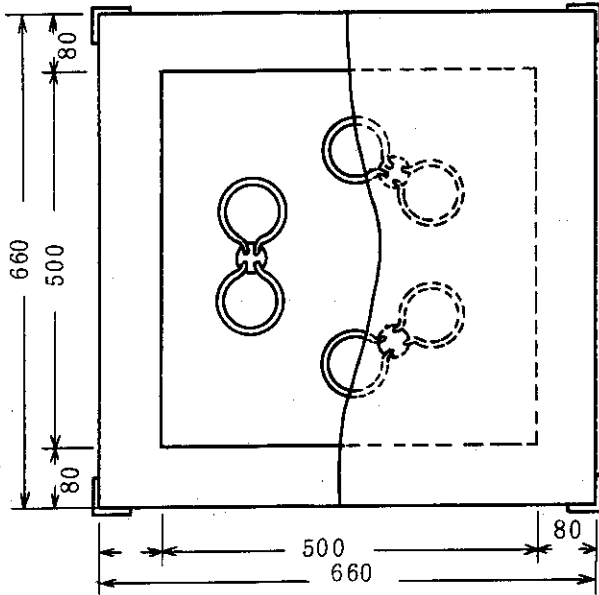


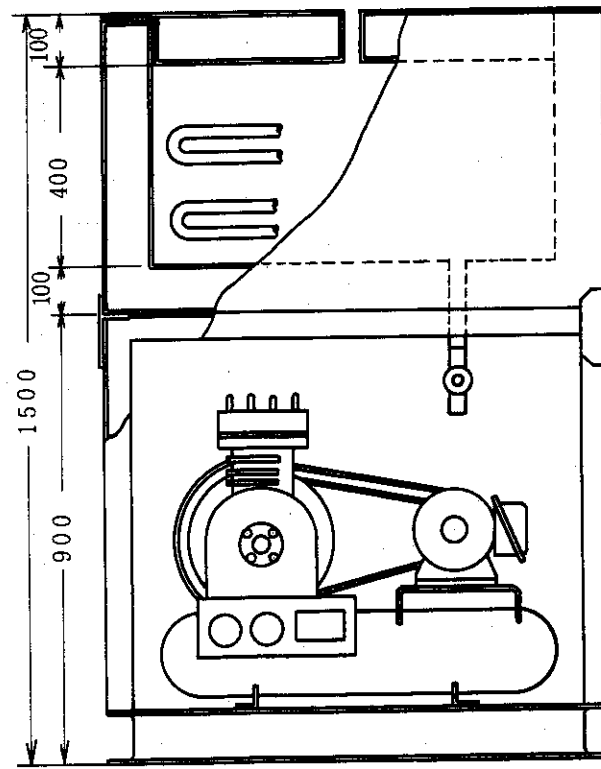
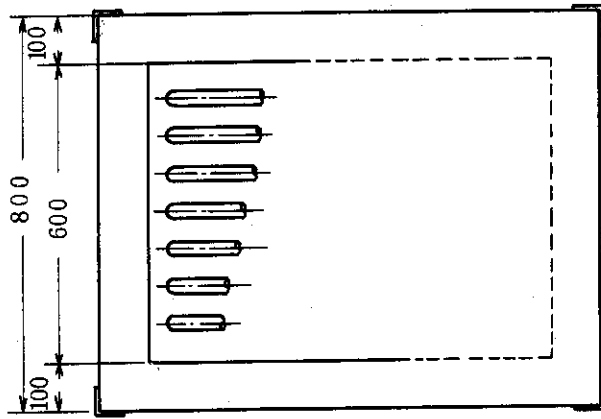
図5・48 温水ユニット電源・計装シーケンス

仕 様



槽内張り	SUS27 1.2t
槽内寸法	500×500×500(H) M/M
槽内全容量	約125ℓ
槽外張り	SS41 1.2t
槽外寸法	660×660×600(H) M/M
内槽加工	アルゴンアーク
保温材	グラスウール 80t
蓋	内面SUS 27 1.2t 外面SS 41 1.2t
加熱管	シーズヒーター 2KW×3
吐出弁	1/4 ^B SUS27
加台骨材	ベース [100×50 L 6×50×50
架台大きさ	660×660×400(H) M/M
塗 装	防錆1 N-6

図 5.4 9 温水タンク (M-5)



仕 様

槽内張り	SUS 27 1.2 t
槽内寸法	800×600×400(H) M/M
槽内全容積	約 190ℓ
槽外張り	SS 41 1.2 t
槽外寸法	1000×800×600 (H) M/M
内槽加工	アルゴンアーク
保 温 材	発泡ウレタン 100t
蓋	内面 SUS 27 1.2 t 外面 SUS 41 1.2 t
冷 却 管	3/4 ^B 銅管 60m (総長)
吐 出 弁	SUS 27 1/4 ^B
架 台 骨 材	ベース [100×50 L 6×50×50
架台大きさ	1000×800×800(H) M/M
冷 凍 機	日立151B-CW 1.5KW 200V3φ 1690Kcal/hr (-30℃)R-22
塗 装	防 錆 1 N-6

図 5.50 冷水タンク (M - 6)

6. おわりに・謝辞

テトラフルオルエチレン-プロピレン系の乳化共重合は高圧下における反応で、かつ放射線照射下で行なわれる。また、テトラフルオルエチレンは単独で爆発的に重合が進行し、しいては分解爆発を起すなど不安定なモノマーである。

本装置はこれらの観点から安全性には十分配慮して設計され、また、所内の「放射線安全審査専門部会」で審査を受け、安全性が確認されたものである。²⁾

製作に当っては、圧力容器等の材料についてはミルシートで素材の確認を行ない、溶接部についてはカラーチェックを実施した。また、圧力容器については耐圧試験を行ない、溶接容器であるモノマーポンベ(V-1, V-5, 6)については溶接部のX線検査を実施し、安全性を確認した。安全弁等については耐圧試験の他吹出テストを実施し、作動状況が正常であることを確認した。プランジャーポンプについては常用圧力下での作動試験を行ない、耐圧および性能を確認した。

これらの単体での検査を実施したのち、装置組立、据付後にはさらに減圧気密試験および加圧気密試験を行ない、配管、継手、バルブ等からの漏洩が無いことを確認した。また、水と窒素ガスをを用いた試運転総合検査を実施し、プロセス機器、計装機器等が正常に作動することが確認された。

装置完成以来約2年間、本装置を用いてテトラフルオルエチレン-プロピレンを反応系とする放射線乳化重合の実験を行なってきたが、大きなトラブルも無く安全に運転することができた。また、気相モノマー組成の連続自動分析、ラテックス循環方式による反応、乳化破壊を起さずにラテックスを連続的に抽出し乳化水溶液を連続的に供給する連続操作など、当初計画したとおりの機能を発揮し満足いく結果を得た。さらに、極めて複雑な装置であるにもかかわらず一人で長時間運転することができ、省力化、自動化に成功した。

本装置が安全に運転され、かつ当初の計画どおりの性能を発揮し、また多くの実験結果や技術的知見などの成果を得ることができたのは、概念設計段階で有意義な御討論を載いた町末男室長、松田修氏、中島隼人氏、付帯設備等で御協力載いた工務課および照射施設課諸氏、製作を担当した多摩精器工業(株)諸貫氏、清水氏など多くの皆様のお陰によるものであり、ここに深く感謝します。

7. 参 考 文 献

- 1) 渡辺博正, 岡本次郎, 松田 修, 町 末男: JAERI-M 7495 (1977年12月)
- 2) 岡本次郎, 渡辺博正, 松田 修, 町 末男: JAERI-M 7496 (1977年12月)

6. おわりに・謝辞

テトラフルオルエチレン-プロピレン系の乳化共重合は高圧下における反応で、かつ放射線照射下で行なわれる。また、テトラフルオルエチレンは単独で爆発的に重合が進行し、しいては分解爆発を起すなど不安定なモノマーである。

本装置はこれらの観点から安全性には十分配慮して設計され、また、所内の「放射線安全審査専門部会」で審査を受け、安全性が確認されたものである。²⁾

製作に当っては、圧力容器等の材料についてはミルシートで素材の確認を行ない、溶接部についてはカラーチェックを実施した。また、圧力容器については耐圧試験を行ない、溶接容器であるモノマーボンベ(V-1, V-5, 6)については溶接部のX線検査を実施し、安全性を確認した。安全弁等については耐圧試験の他吹出テストを実施し、作動状況が正常であることを確認した。プランジャーポンプについては常用圧力下での作動試験を行ない、耐圧および性能を確認した。

これらの単体での検査を実施したのち、装置組立、据付後にはさらに減圧気密試験および加圧気密試験を行ない、配管、継手、バルブ等からの漏洩が無いことを確認した。また、水と窒素ガスをを用いた試運転総合検査を実施し、プロセス機器、計装機器等が正常に作動することが確認された。

装置完成以来約2年間、本装置を用いてテトラフルオルエチレン-プロピレンを反応系とする放射線乳化重合の実験を行なってきたが、大きなトラブルも無く安全に運転することができた。また、気相モノマー組成の連続自動分析、ラテックス循環方式による反応、乳化破壊を起さずにラテックスを連続的に拔出し乳化水溶液を連続的に供給する連続操作など、当初計画したとおりの機能を発揮し満足いく結果を得た。さらに、極めて複雑な装置であるにもかかわらず一人で長時間運転することができ、省力化、自動化に成功した。

本装置が安全に運転され、かつ当初の計画どおりの性能を発揮し、また多くの実験結果や技術的知見などの成果を得ることができたのは、概念設計段階で有意義な御討論を載いた町末男室長、松田修氏、中島隼人氏、付帯設備等で御協力載いた工務課および照射施設課諸氏、製作を担当した多摩精器工業(株)諸貫氏、清水氏など多くの皆様のお陰によるものであり、ここに深く感謝します。

7. 参 考 文 献

- 1) 渡辺博正, 岡本次郎, 松田 修, 町 末男: JAERI-M 7495 (1977年12月)
- 2) 岡本次郎, 渡辺博正, 松田 修, 町 末男: JAERI-M 7496 (1977年12月)